



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI  
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

**ESTUDO DA SUBSTITUIÇÃO INTEGRAL DE GORDURA TRANS  
EM FORMULAÇÃO DE RECHEIO DE CHOCOLATE**

Thalita Vieira Serpa Sousa

Lajeado, junho de 2019

Thalita Vieira Serpa Sousa

## **ESTUDO DA SUBSTITUIÇÃO INTEGRAL DE GORDURA TRANS EM FORMULAÇÃO DE RECHEIO DE CHOCOLATE**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de graduação em Engenharia Química, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Neutzling Lehn

Lajeado, junho de 2019

À minha mãe,  
meus dois filhos e meu marido.  
Sem vocês, eu nada seria.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por não me desamparar durante a minha longa caminhada, por ter me proporcionado paciência e força de vontade, pela minha saúde e pela saúde das pessoas que amo. Todas as minhas vitórias serão sempre Tuas também.

À minha mãe Ivonete por ser meu exemplo de luta. Por sonhar os meus sonhos, acreditar nos meus estudos e no meu futuro. Tua força e teu amor me dirigiram pela vida e me deram as asas que precisava para voar. Nunca terei como recompensar todos os sacrifícios. Se hoje alcancei essa conquista é por você e para você.

Ao meu marido Gabriel, pelo companheirismo, pela paciência e compreensão, por sempre estar ao meu lado nessa caminhada dando-me apoio e força mesmo nos momentos de maior dificuldade. Obrigada por ser meu companheiro, meu amor, minha coragem, minha rocha e meu suspiro. Estamos colhendo, juntos, os frutos do nosso empenho.

Aos meus filhos Arthur e Bernardo, que embora não tivessem conhecimento disto, me iluminaram de maneira especial, me enchendo de alegria e amor. Todo o meu esforço é por vocês, razões do meu viver.

A todos os familiares e amigos que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Não teria conseguido sem a ajuda de vocês.

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Lehn, o qual já admirava e respeitava. Obrigada pelo apoio incondicional, interesse, ensinamentos, incentivo, pela tranquilidade que sempre me transmitiu e principalmente por acreditar em minha capacidade. Com você evolui como pessoa e profissional.

## RESUMO

A formulação de chocolate recheado contempla o uso de ácidos graxos *trans* para dar textura, forma, aparência e gosto ao recheio, contribuindo para o equilíbrio gustativo esperado pelo consumidor. No entanto, o consumo deste tipo de gordura, quando em alimentos industrializados, é prejudicial à saúde, acarretando no desenvolvimento de doenças cardiovasculares. O presente trabalho teve por objetivo estudar a elaboração de um recheio de chocolate pela substituição integral da gordura hidrogenada com alto teor de isômeros *trans* por uma gordura hidrogenada interesterificada baixo *trans*. Foram avaliadas a Gordura 1 (padrão), Gordura A (proposta pelo fornecedor A) e a Gordura B (proposta pelo fornecedor B). A partir dessas, elaboraram-se formulações proporcionais do Recheio F1, com a Gordura 1, do Recheio F1A, com a Gordura A, e do Recheio F1B, com a Gordura B. Os recheios foram produzidos em duplicata em escala laboratorial. Para caracterizar a atual gordura e as gorduras propostas, construiu-se a curva de teor de gordura sólida (SFC) de cada uma dessas e a Gordura A apresentou curva visualmente similar à curva da Gordura 1. Caracterizou-se o perfil de textura em duplicata dos recheios produzidos e verificou-se que o Recheio F1A apresentou maior dureza quando comparado ao Recheio F1, enquanto o Recheio F1B apresentou-se mais macio. Fundamentado na construção das curvas SFC e na análise de textura dos recheios, definiu-se a Gordura A como melhor substituinte para compor o recheio proposto. Pela definição, foram produzidos dois lotes de chocolate recheado, o Chocolate B1, composto pelo Recheio F1 da gordura padrão, e o Chocolate B1A, com o Recheio F1A da gordura substituinte eleita proposta. Os chocolates com e sem gordura *trans* foram submetidos às análises de teor de umidade, cinzas, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas e gorduras *trans* e cálculo do valor calórico. Ainda, comparou-se o Chocolate B1 e Chocolate B1A por análise de perfil de textura. A caracterização dos chocolates indicou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o teor de gordura *trans*, além de diferença significativa de textura. O Chocolate B1A apresentou teor de ácidos graxos *trans* inferior a 0,2 g por porção podendo ser designado como chocolate “zero *trans*”. Os resultados comprovaram que o melhor substituinte testado foi a Gordura A, que compôs o Recheio F1A e o Chocolate B1A, devido aos dados semelhantes observados em todas as análises junto à Gordura 1, garantindo viabilidade técnica da substituição da gordura com alto teor de isômeros *trans*.

**Palavras-Chave:** Recheio. Chocolate. Gordura. Gordura *trans*. Ácidos graxos *trans*.

## ABSTRACT

The filled chocolate formulation contemplates the use of *trans* fatty acids to give texture, shape, appearance and taste to the filling, contributing to the taste balance expected by the consumer. However, the consumption of this type of fat, when in industrialized foods, is harmful to health, leading to the development of cardiovascular diseases. The present work had the objective of studying the elaboration of a chocolate filling by the complete substitution of the hydrogenated high *trans* fat by a transesterified hydrogenated low *trans* fat. Fat 1 (standard), Fat A (proposed by supplier A) and Fat B (proposed by supplier B) were evaluated. From these, proportional formulations were prepared of Filling F1, with Fat 1, of Filling F1A, with Fat A, and Filling F1B, with Fat B. The fillings were produced in duplicate on a laboratory scale. In order to characterize the standard fat and the proposed fats, the Solid Fat Content (SFC) of each one of them was constructed and Fat A presented a visually similar curve to the curve of Fat 1. The texture profile of the produced fillings was characterized in duplicate and it has been found that the Filling F1A performs harder than the Filling F1, while the Filling F1B is softer. Based on the construction of the SFC and the texture analysis of the fillings, Fat A was defined as the best substitute to compose the proposed filling. Therefore, two batches of filled chocolate were produced with Chocolate B1, composed of the Filling F1 with the original fat, and Chocolate B1A, composed of the Filling F1A of the chosen fat substitute. The chocolates with and without *trans* fatty acids were submitted to analyzes of moisture, ashes, carbohydrates, proteins, total fatty acids, saturated fatty acids and *trans* fatty acids and caloric value calculation. Furthermore, Chocolate B1 and Chocolate B1A were compared by texture profile analysis. The characterization of the chocolates indicated a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the *trans* fatty acids content, besides a significant difference in texture. Chocolate B1A had a *trans* fatty acid content of less than 0.2 g per serving and could be referred as "zero *trans*" chocolate. The results proved that the best substitute tested was Fat A, which composed the Filling F1A and Chocolate B1A, due to the similar data observed in all the analyzes with Fat 1, ensuring the technical feasibility of high *trans* fat substitution.

**Key words:** Filling. Chocolate. Fat. *Trans* Fat. *Trans* fatty acids.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reação química de formação de um triglicerídeo .....	17
Figura 2 - Classificação e configuração dos ácidos graxos.....	19
Figura 3 - Estruturas e pontos de fusão dos ácidos esteárico, elaídico e oléico. ....	20
Figura 4 - Etapas de processamento do recheio do chocolate .....	30
Figura 5 - Sistema de cilindros de refino de massa de recheio e massa de chocolate ..	32
Figura 6 - Curva de cristalização do chocolate.....	36
Figura 7 – Comparativo entre curvas de teor de gordura sólida (SFC) .....	38
Figura 8 - Misturador de laboratório de chocolate .....	43
Figura 9 - Refinadeira de três rolos horizontais.....	43
Figura 10 - Concha de rosca simples.....	44

### LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curvas de teor de gordura sólida (SFC) das amostras analisadas.....	48
---	----

### LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Recomendações para consumo de produtos ricos em ácido graxo <i>trans</i> .....	23
Quadro 2 - Polimorfismo de cristais da manteiga de cacau.....	35
Quadro 3 - Descrição de cada gordura conforme especificação técnica do insumo .....	40

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Formulações do Recheio F1, F1A e F1B.....	42
Tabela 2 - Resultados das análises de textura dos recheios produzidos.....	50
Tabela 3 - Composição físico-química e valor calórico dos chocolates produzidos.....	52
Tabela 4 - Teor de gorduras saturadas e trans dos chocolates produzidos.....	55
Tabela 5 - Resultados das análises de textura dos chocolates produzidos.....	56



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira De Normas Técnicas
ABIA	Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação
ABICAB	Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas
AGT	ácidos graxos <i>trans</i>
AGT-OI	ácidos graxos <i>trans</i> de origem industrial
ANOVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Chemists International
CBE	<i>Cocoa Butter Equivalent</i> - equivalente de manteiga de cacau
CBI	<i>Cocoa Butter Improver</i> - “melhorador” de manteiga de cacau
CBR	<i>Cocoa Butter Replacer</i> - repositor de manteiga de cacau
CBS	<i>Cocoa Butter Substitute</i> - substituto de manteiga de cacau
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
FDA	Food and Drug Administration
GPW13	13º General Programme of Work
HDL	<i>High Density Lipoprotein-cholesterol</i> - lipoproteína de alta densidade
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
LDL	<i>Low Density Lipoproteincholesterol</i> - lipoproteína de baixa densidade
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas no Brasil
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PAHO	Pan American Health Organization

PGPR	Poliglicerol de polirricinoleato
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SFC	<i>Solid Fat Content</i> - curva de teor de gordura sólida
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TPA	Análise de Perfil de Textura
UNICAMP	Universidade Estadual De Campinas
VCT	valor calórico total da alimentação
WHO	World Health Organization

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>5</b>
<b>1      INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1.      Tema.....	14
1.2.      Objetivos .....	14
1.2.1.      Objetivo Geral .....	14
1.2.2.      Objetivos Específicos .....	14
1.3.      Justificativa e relevância do trabalho .....	15
<b>2      REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
2.1.      Óleos e Gorduras.....	16
2.1.1.      Ácidos graxos <i>trans</i> .....	18
2.1.2.      Formação de ácidos graxos <i>trans</i> .....	20
2.1.3.      Ácidos graxos <i>trans</i> na saúde .....	22
2.1.4.      Legislação para ácidos graxos <i>trans</i> .....	24
2.2.      Chocolates .....	26
2.2.1.      Definição .....	27
2.2.2.      O mercado de chocolates.....	27
2.2.3.      Processamento do cacau .....	28
2.2.4.      Processamento do chocolate .....	29
2.2.5.      Temperagem do chocolate .....	34
2.3.      Chocolate recheado .....	36
2.3.1.      Composição lipídica do chocolate recheado .....	37
<b>3      MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>40</b>
3.1.      Matérias-primas .....	40
3.2.      Caracterização das gorduras .....	41
3.3.      Formulação e produção dos recheios .....	41
3.4.      Análise de textura dos recheios .....	44
3.5.      Produção dos chocolates recheados .....	45
3.6.      Composição físico-química e valor calórico dos chocolates recheados .....	46

3.7.	Análise de textura dos chocolates recheados.....	46
3.8.	Análise Estatística.....	47
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>
4.1.	Curvas de teor de gordura sólida (SFC) .....	48
4.2.	Análise de textura dos recheios .....	50
4.3.	Composição físico-química e valor calórico dos chocolates recheados .....	52
4.4.	Análise de textura dos chocolates recheados.....	56
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas no Brasil (ONU) (2018) evidencia que diversas pesquisas científicas vêm associando o alto nível de ingestão de alimentos ricos em gordura *trans* ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Dentre as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), esse tipo de doença representa 63% de todas as mortes registradas mundialmente e 74% de todos os óbitos registrados no Brasil, segundo dados da *World Health Organization* (WHO, 2018).

As causas de risco para as doenças crônicas são multifatoriais, porém englobam quatro aspectos em comum que são o tabagismo, o uso nocivo do álcool, a atividade física insuficiente e alimentação não saudável, na qual os ácidos graxos *trans* presentes nos alimentos industrializados são particularmente responsáveis pelo preocupante quadro mundial (OPAS/OMS, 2018).

A Organização Mundial da Saúde (OMS), orientada pelo projeto do 13º *General Programme of Work* (GPW13), que esteve na pauta da 71ª Assembleia Mundial da Saúde, realizada em maio de 2018, identificou a eliminação de gorduras *trans* em alimentos industrializados como uma das metas prioritárias do seu plano de trabalho entre 2019 e 2023. O programa comprometeu-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU e com a comunidade global em reduzir em 1/3 as mortes prematuras por DCNT até o ano de 2030. A eliminação desse tipo de gordura poderá ajudar nesse objetivo, mostrando-se eficaz na proteção de vidas e redução do risco de doenças crônicas (OPAS/OMS, 2018).

A WHO incentiva os governos a usarem as seis estratégias do pacote de ações *REPLACE* para eliminar as gorduras *trans* em alimentos industrializados, e o Brasil deve seguir essa iniciativa conforme indica o Projeto de Lei nº 7.681 de 2017, que trata da

proibição de gorduras hidrogenadas na fabricação de alimentos. Seguindo as diretrizes das organizações, a indústria alimentícia brasileira vem desenvolvendo planos para se adaptar à proposta de eliminação ou significativa redução nos teores de gorduras vegetais hidrogenadas, tanto em questões de mudanças em formulações industriais, quanto em consequentes rotulagens, que devem atender aos dispositivos legais (BRASIL, 2018; WHO, 2019).

Em razão das evidências quanto aos efeitos nocivos dos ácidos graxos *trans*, a *Food and Drug Administration* (FDA) designou, em 1999, que a rotulagem nutricional de produtos embalados deveria indicar a quantidade dessa gordura na porção do produto a ser adquirido, o que no Brasil foi regulamentado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na Resolução nº 360 de 23 de dezembro de 2003. Segundo a Resolução, somente são designados como “zero *trans*” os produtos com quantidade de gordura *trans* menor ou igual a 0,20 g por porção (BRASIL, 2003).

A declaração obrigatória de ácidos graxos *trans* nas informações nutricionais afeta a indústria de alimentos como um todo, ao alterar o comportamento da compra pelo consumidor mais informado. Nessa perspectiva, inclui-se o segmento dos chocolates recheados. No recheio do chocolate utiliza-se gordura com alto teor de isômeros *trans* para compor aparência e textura adequadas ao produto, não atendendo à nova demanda por uma alimentação mais saudável livre de *trans*.

Os ingredientes utilizados na formulação do recheio apresentam diversas funcionalidades, cujo conhecimento é importante para quem o formula principalmente na substituição de um componente por outro de aplicabilidade similar. A utilização de uma gordura específica no recheio deve ser compatível com a gordura da cobertura, para não incorrer em migração desta para a cobertura ou o contrário. O processo de permuta da gordura deve avaliar a integridade e aparência do produto final, sem que haja a percepção da substituição pelo consumidor final.

Dado o exposto, a presente pesquisa estudou a elaboração de um recheio de chocolate pela substituição integral na formulação da gordura *high trans* por uma gordura *low trans*, em parceria com uma indústria de chocolates do Vale do Taquari, no Rio Grande do Sul.

## 1.1 Tema

O presente trabalho tem como problema de pesquisa o estudo de substituintes de gordura *trans* em formulação de recheio de chocolate.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral que norteia a execução deste trabalho é estudar a substituição integral de uma gordura vegetal hidrogenada, de elevado teor de isômeros *trans*, por uma gordura vegetal hidrogenada interesterificada, de reduzido teor de isômeros *trans*, na elaboração do recheio de chocolate.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

As atividades desta pesquisa são justificadas pelos seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar a atual gordura do recheio do chocolate e as gorduras propostas através de suas curvas de teor de gordura sólida (SFC);
- Definir e avaliar a formulação do recheio com a gordura padrão e as gorduras testes;
- Caracterizar os perfis de textura dos recheios produzidos;
- Definir uma gordura teste mais adequada à substituição da gordura atual e produzir dois lotes de chocolates comparativos, um com a gordura original e outro com o substituinte de gordura *trans* eleito;
- Avaliar a composição físico-química do produto proposto e do produto padrão e determinar o valor calórico desses;
- Analisar os perfis de textura dos chocolates produzidos, com a atual gordura do recheio e com o substituinte de gordura *trans* eleito.

### 1.3. Justificativa e relevância do trabalho

As gorduras *trans* são utilizadas pela indústria de chocolates para obtenção de textura, consistência, aparência e gosto característicos aos produtos, mais especificamente, os recheios. No entanto, este tipo de gordura, quando consumido em alimentos industrializados, é prejudicial à saúde. Os isômeros *trans* influenciam no desenvolvimento de doenças cardiovasculares, contribuindo para o aumento de mortes relacionadas às doenças crônicas não transmissíveis. Ademais, verifica-se que o segmento de alimentação saudável vem crescendo e a indústria alimentícia deve adaptar-se a esse novo consumidor que busca alimentos para o bem-estar, eliminando, inclusive, o suprimento de alimentos ricos em ácidos graxos *trans* produzidos industrialmente. A partir disso, a presente pesquisa estudou a elaboração de um recheio de chocolate pela substituição integral em sua formulação da gordura *high trans*, utilizada originalmente, por uma gordura *low trans*, proposta.



## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Óleos e Gorduras**

Os nutrientes têm importância fundamental para que o metabolismo do corpo humano funcione realizando suas funções básicas. Em entendimento técnico da Anvisa, tratam-se de substâncias químicas consumidas como componentes de um alimento e que proporcionam energia além de auxiliar no crescimento, desenvolvimento, preservação da saúde e manutenção da vida (BRASIL, 2003).

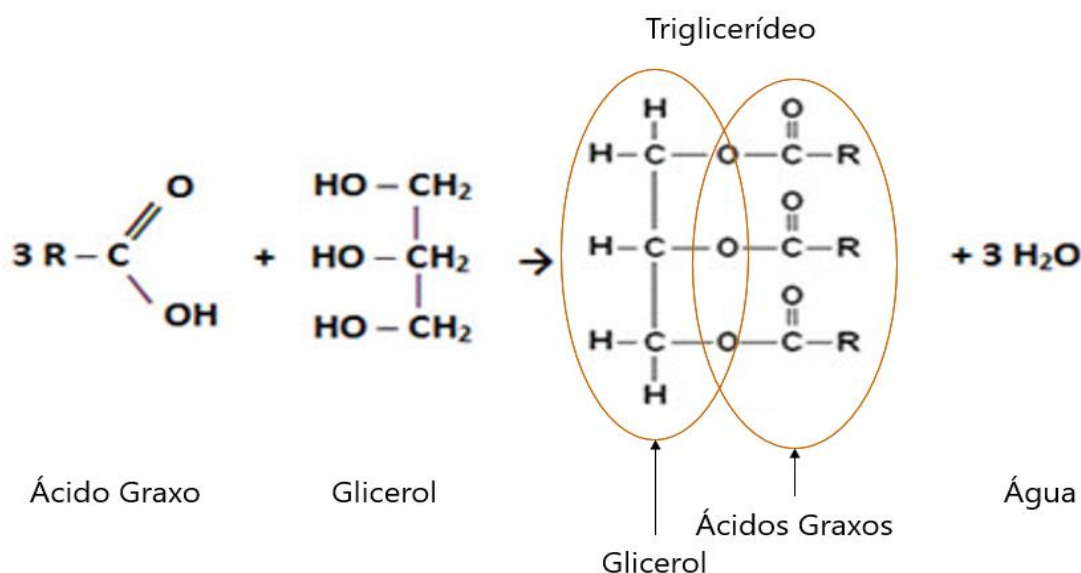
Como constituintes químicos que naturalmente compõem os alimentos, os nutrientes podem ser classificados como micronutrientes, que seriam os minerais e as vitaminas - sendo sua ingestão diária necessária em pequenas quantidades – ou macronutrientes, com representação de 90% do peso seco da dieta e 100% de sua constituição energética - de imprescindível necessidade de ingestão de porções diárias (PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005).

O grupo dos macronutrientes representa a maior parte da alimentação e é constituído principalmente pelos carboidratos, proteínas e lipídios. Os carboidratos são moléculas produtoras de energia para as células e para funcionamento do corpo; as proteínas são uma complexa cadeia de aminoácidos responsáveis pela construção e manutenção do organismo; e os lipídios são moléculas responsáveis pelo fornecimento mais lento de energia, contudo mais eficiente, proporcionando cerca de 2 vezes mais energia/kg em relação aos carboidratos (ALVAREZ, 2009; BRASIL, 2008).

Os principais lipídios são os óleos e as gorduras, nutrientes essenciais da dieta humana, com papel vital mediante o fornecimento de ácidos graxos essenciais (que não são sintetizados pelo organismo e devem ser consumidos mediante ingestão) e depósitos

de energia. Quimicamente, são ésteres hidrofóbicos de origem animal, vegetal ou microbiana, formados majoritariamente pela condensação de uma molécula de glicerol e três moléculas de ácidos graxos chamados triglicerídeos ou triacilgliceróis, conforme reação química ilustrada na Figura 1 (MORETTO; FETT, 1998).

Figura 1 – Reação química de formação de um triglicerídeo



Fonte: Adaptado pela autora com base em Moretto e Fett (1998).

De acordo com a Resolução ANVISA nº 270, de 22 de setembro de 2005, óleos vegetais e gorduras vegetais são produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécie vegetal e podem conter pequenas quantidades de outros lipídios como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres.

A diferença entre óleos e gorduras, conforme Moretto e Fett (1998), encontra-se no estado físico que apresentam sob temperatura ambiente: os óleos vegetais se apresentam na forma líquida à temperatura de 25 °C e as gorduras vegetais se apresentam na forma sólida ou pastosa à mesma temperatura. Essa diferença resulta da proporção de grupos acila saturados e insaturados presentes nos triglicerídeos, posto

que os ácidos graxos representam 98% do peso molecular total das moléculas de triglicerídeos.

Adicionalmente às particularidades nutricionais, os óleos e gorduras provêm consistência e características de fusão específicas aos produtos que os contêm, atuando como meio de transferência de calor durante o processo de fritura e como carreadores de vitaminas lipossolúveis e aroma. Além disso, a importante participação dos ácidos graxos na formação molecular dos triglicerídeos afeta a estrutura, estabilidade, sabor, aroma, qualidade de estocagem, características nutricionais, físicas, químicas, sensoriais e visuais dos alimentos (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016).

### **2.1.1. Ácidos graxos *trans***

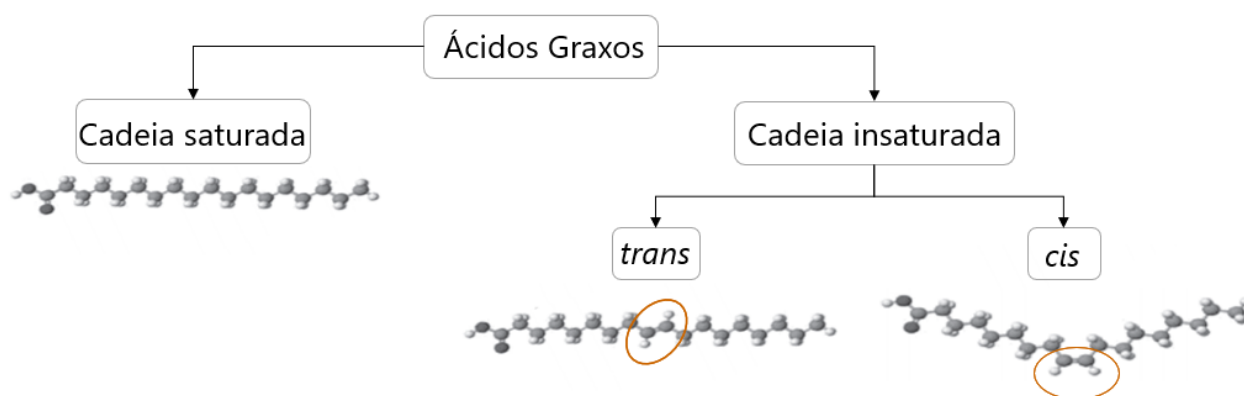
Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos formados por uma longa cadeia de átomos de carbono, que conferem propriedades lipossolúveis, seguido por um grupo carboxila terminal, que confere propriedades ácidas. As propriedades que diferenciam as moléculas de gordura entre si dependem do posicionamento das duplas ligações, dos ácidos graxos que as constituem e do comprimento da cadeia. Quanto mais longa a cadeia, maior o ponto de fusão da gordura, em função do aumento da atração entre as moléculas pelas forças de Van der Waals (MERÇON, 2010).

Os ácidos graxos podem ser classificados em ácidos graxos saturados e insaturados. A cadeia saturada não possui duplas ligações entre os carbonos (radicais “R” com presença de ligações simples), pois os átomos de carbono estão saturados com hidrogênio. Ácidos graxos saturados com cadeia inferior a 10 átomos de carbono são líquidos à temperatura ambiente, enquanto aqueles com 10 ou mais átomos de carbono são sólidos. A cadeia insaturada apresenta pelo menos uma dupla ligação entre os carbonos (radicais “R” com presença de duplas ligações). Átomos de carbono ligados entre si por uma única dupla ligação são ácidos graxos monoinsaturados, enquanto ácidos graxos poli-insaturados se apresentam com mais de uma ponte dupla entre os carbonos (BRASIL, 2018; MERÇON, 2010; RIBEIRO et al., 2007).

Segundo Brasil (2018) e Moretto e Fett (1998), ácidos graxos insaturados ainda podem apresentar isomeria geométrica nas configurações *cis* e *trans*, o que os propicia

diferentes propriedades físico-químicas. A dupla ligação do ácido graxo pode ter uma configuração espacial em forma de “quina”, caracterizando uma ligação do tipo *cis*, e uma configuração espacial linear, adquirindo uma ligação do tipo *trans*. Na configuração *cis* os dois átomos de hidrogênio se encontram do mesmo lado da dupla ligação, formando uma molécula menos flexível e curva por causa da rigidez da dupla ligação. Na configuração *trans*, por sua vez, os átomos de hidrogênio ocupam lados opostos em ambas as extremidades da dupla ligação, e, conseqüentemente, não há dobramento de cadeia. Os isômeros *trans* se assemelham a um ácido graxo saturado com cadeia praticamente linear, podendo considerá-los como intermediários entre a cadeia completamente saturada e a cadeia originalmente insaturada, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Classificação e configuração dos ácidos graxos.



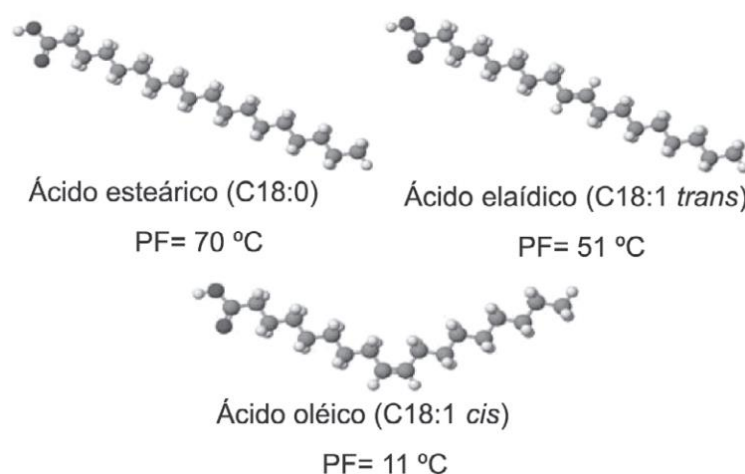
Fonte: Adaptado pela autora com base em Brasil (2018) e Ribeiro et al. (2007).

Normalmente, ácidos graxos insaturados intercorrem na configuração *cis* de modo natural. Todavia, a maioria dos ácidos graxos de configuração *trans* é produzida artificialmente, como, por exemplo, em reações de hidrogenação e aquecimentos prolongados em altas temperaturas, e não é encontrada na natureza nem sintetizada pelo organismo humano (MORETTO; FETT, 1998).

Além das diferenciações no tocante ao grau de insaturação, os ácidos graxos saturados são menos reativos e apresentam ponto de fusão superior em relação aos ácidos graxos insaturados (RIBEIRO et al., 2007). A Figura 3 apresenta as estruturas

espaciais e pontos de fusão dependentes das ligações simples e dos tipos *cis* e *trans* de três ácidos com 18 átomos de carbono: o ácido oléico com configuração insaturada *cis*, o ácido elaídico, com cadeia insaturada *trans*, e o ácido esteárico, com cadeia saturada.

Figura 3 - Estruturas e pontos de fusão dos ácidos esteárico, elaídico e oléico.



Fonte: Ribeiro et al. (2007).

### 2.1.2. Formação de ácidos graxos *trans*

Os ácidos graxos *trans* (AGT) são uma categoria especial de ácido graxo insaturado formado por processos de bio-hidrogenação em animais ruminantes, no qual ácidos graxos *cis* ingeridos por esses animais são parcialmente hidrogenados naturalmente por microrganismos da flora microbiana do rúmen, ou por processos industriais, sintetizados pela isomerização de ácidos graxos *cis* por desodorização ou hidrogenação parcial de óleos. Os AGT sempre foram comuns na alimentação humana, de forma natural e agora sintetizada (DIAS et al., 2018; LIU; LU, 2018).

A formação de isômero *trans* era considerada um avanço tecnológico, quando a indústria de alimentos necessitava de produtos com maior durabilidade e melhor sabor, ao favorecer a estabilidade dos sólidos das gorduras hidrogenadas por causa de seu ponto de fusão maior do que o correspondente isômero *cis*. Dentre os principais

processos de formação, cerca de 90% dos ácidos graxos *trans* em alimentos é formado pelo processo de hidrogenação parcial dos óleos vegetais (RIBEIRO et al., 2007).

De acordo com a legislação, óleos e gorduras vegetais modificados são os produtos obtidos a partir de óleos ou gorduras submetidos a processos físicos ou químicos tais como fracionamento, hidrogenação ou interesterificação (BRASIL, 2005). Nesse entendimento, o intuito da hidrogenação é modificar a estrutura e composição de um óleo ou gordura, resultando na redução do seu grau de insaturação, no aumento de seu ponto de fusão, estabilidade oxidativa e funcionalidade (MORETTO; FETT, 1998).

A hidrogenação química consiste no processo de adicionar átomos de hidrogênio a sítios não saturados nas cadeias de carbono dos ácidos graxos, reduzindo assim o número de ligações duplas. Esta reação é extremamente importante para a indústria, pois permite a conversão de óleo líquido em gorduras com consistência e plasticidade desejadas (PINHO; SUAREZ, 2013).

Na reação de hidrogenação, o hidrogênio gasoso, o óleo líquido e o catalisador sólido, que pode ser níquel ou catalisadores organometálicos, participam de um processo de agitação em tanques hermeticamente fechados em condições controladas de temperatura, pressão, agitação, tipo e concentração do catalisador. Um óleo totalmente hidrogenado tem as duplas ligações totalmente saturadas, enquanto na hidrogenação parcial o hidrogênio é adicionado primeiro aos ácidos graxos mais insaturados, tendo as duplas ligações parcialmente saturadas no processo de hidrogenação seletiva (DIAS et al., 2018; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016; PINHO; SUAREZ, 2013).

Com o aperfeiçoamento das reações de hidrogenação seletiva, a substituição das gorduras animais pelos óleos vegetais processados tornou-se inevitável na dieta dos brasileiros. Estes passaram a ser largamente empregados numa variedade de alimentos, como margarinas, chocolates, biscoitos e batatas fritas (GAZZOLA; DEPIN, 2015).

A técnica do óleo parcialmente hidrogenado foi introduzida no suprimento de alimentos em substituição à manteiga (gordura animal) no início do século XX, por descoberta atribuída ao químico Wilhelm Normann, tornando-se mais popular nos anos 50 e 70. No Brasil, a produção de gordura vegetal hidrogenada técnica (“*shortenings*”) começou por volta dos anos 50. Em 1990 surgiram as primeiras investigações sobre os potenciais impactos à saúde humana e as pesquisas técnicas surtiram significativa

preocupação com as atenções voltadas aos efeitos adversos dos AGT no aumento do colesterol (DIAS et al., 2018; RIBEIRO et al., 2007; SCHEEDER, 2007).

### **2.1.3. Ácidos graxos *trans* na saúde**

O processo de substituição nutricional do brasileiro é caracterizado por alterações sequenciais no estilo de vida, padrão de dieta e composição corporal, como resultado de mudanças sociais, econômicas, demográficas, tecnológicas e culturais. As principais transições ocorreram nos últimos 20 anos com a redução dos níveis de atividade física atrelado a um novo padrão dietético com elevado teor de gordura saturada, gordura *trans* e açúcar (SANTOS et al., 2013).

O conhecimento sobre os efeitos negativos que o consumo de alimentos ultraprocessados e ricos em ácidos graxos *trans* podem trazer para a saúde tem sido ampliado de forma significativa pelos estudos científicos, fazendo com que o indivíduo se preocupe cada vez mais com a composição de sua alimentação (SCHEEDER, 2007).

Em 1990, Mesink e Katan demonstraram que a ingestão de alimentos com elevadas taxas de ácidos graxos *trans* se comporta de maneira similar aos ácidos graxos saturados, aumentando os níveis de LDL (*Low Density Lipoprotein-cholesterol*), lipoproteína de baixa densidade que aumenta o risco de doença cardíaca, e reduzindo as concentrações de HDL (*High Density Lipoprotein-cholesterol*), lipoproteína de alta densidade que remove o excesso de colesterol e o transporta de volta ao fígado para ser novamente metabolizado (SANTOS et al., 2013).

A Sociedade Brasileira de Cardiologia, através da I Diretriz sobre o Consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular (2013), declara que não há consenso em relação à quantidade máxima de gordura *trans* permitida na dieta. No entanto, associa o consumo desse ao risco de infarto agudo do miocárdio, doença arterial coronariana, morte súbita. Assim, recomenda a ingestão de menos de 1% da energia total da dieta diária.

O Quadro 1 resume as principais evidências referentes ao consumo de ácidos graxos *trans* na dieta elaboradas pelos especialistas da classe médica que integram a Diretriz.

Quadro 1 - Recomendações para consumo de produtos ricos em ácido graxo *trans*

Recomendação	Grau de recomendação	Nível de evidência
<b>O consumo de AGT está relacionado com aumento de colesterol total e LDL e diminuição de HDL.</b>	Há evidências conclusivas.	Dados obtidos a partir de múltiplos estudos randomizados de bom porte.
<b>O consumo de AGT está relacionado com o aumento de partículas de LDL pequenas e densas.</b>	Evidência a favor do procedimento. A maioria aprova.	Dados obtidos a partir de um único estudo randomizado ou estudos não randomizados.
<b>O consumo de AGT eleva o risco para desenvolvimento de diabetes tipo 2.</b>	Segurança e eficácia menos bem estabelecidas, não havendo predomínio de opiniões a favor.	Dados obtidos a partir de um único estudo randomizado ou estudos não randomizados.
<b>O consumo de AGT está relacionado ao aumento da inflamação.</b>	Segurança e eficácia menos bem estabelecidas, não havendo predomínio de opiniões a favor.	Dados obtidos a partir de um único estudo randomizado ou estudos não randomizados.
<b>O consumo de AGT está relacionado com o aumento de risco para doença cardiovascular.</b>	Evidência a favor do procedimento. A maioria aprova.	Dados obtidos a partir de um único estudo randomizado ou estudos não randomizados.
<b>O consumo de AGT proveniente de produtos industrializados deve ser mínimo possível, não ultrapassando 1% do VCT.</b>	Evidência a favor do procedimento. A maioria aprova.	Dados obtidos de opiniões consensuais de especialistas.

Fonte: Adaptado pela autora com base em Santos et al. (2013).

Desde 2008, o grupo de trabalho “Américas Livres de Gordura *Trans*” (*Trans Fat Free Americas*) recomenda que a gordura *trans* de produção industrial seja substituída nos alimentos, que sua presença não seja maior do que 5% do total de gorduras nos produtos alimentícios industrializados e enseja o banimento total do AGT produzido industrialmente nas Américas (PAHO/WHO, 2008).

A OMS, já em 1995, sugeria que a ingestão de gordura *trans* não ultrapassasse 1% do valor energético total diário, visando redução de risco de doenças cardiovasculares e promoção de saúde. O plano estratégico do projeto do GPW13 reafirma que o consumo de gordura *trans* seja menor que 1% do consumo total de energia



diária, o que representa menos de 2,2 g/ dia em uma dieta de 2.000 calorias (OPAS/OMS, 2018).

Estudos epidemiológicos evidenciam que os ácidos graxos *trans* induzem perfil lipídico pró aterogênico (incidem sobre o colesterol que pode se acumular nas artérias bloqueando os vasos sanguíneos), fato que aumenta o risco cardiovascular em 21% e culmina em morte na faixa de 28% (BROUWER; WANDERS; KATAN, 2010; BRUCE et al., 2016; GEBAUER et al., 2015; LISKA et al., 2016). Ademais, existem indicações de que esse tipo de gordura pode aumentar a inflamação e a disfunção endotelial (desequilíbrio na produção de substâncias biológicas que mantêm o tônus muscular e a vasodilatação) (BENDSEN et al., 2011; MASI; SILVA, 2009; REVOREDO et al., 2017).

Substituir as gorduras *trans* por ácidos graxos insaturados diminui o risco de doença cardíaca, em parte, melhorando a associação dos efeitos negativos nos lipídios do sangue. Eliminar completamente o consumo de alimentos ultraprocessados é um fator fundamental para a prevenção de ganho de peso, obesidade, síndrome metabólica, diabetes e doenças cardiovasculares (SANTOS et al., 2013).

#### **2.1.4. Legislação para ácidos graxos *trans***

O questionamento nocivo acerca do papel dos AGT na alimentação tem ocasionado modificações progressivas na legislação, visando o esclarecimento sobre a questão, a inclusão de maiores informações para os consumidores e a proteção à saúde da população, somando-se à redução do risco de doenças coronarianas (OPAS/OMS, 2018).

Critérios de regulação alimentar têm conquistado extensão global em torno da preocupação em comum da dieta moderna, e iniciativas jurídicas têm sido sancionadas com o intuito de reduzir a ingestão de gorduras *trans* e o uso na produção de alimentos ultraprocessados (DAVID; GUIVANT, 2018).

Por meio de iniciativas governamentais, a Dinamarca iniciou a contenção de AGT em sua indústria alimentícia em 1993. A eliminação dessas deu-se em 2003, tornando-se o primeiro país a impor restrições às gorduras *trans* produzidas industrialmente. Em 2006, a legislação dinamarquesa tornou-se ainda mais rigorosa com relação ao rótulo

dos alimentos industrializados. O teor de gordura *trans* presente nesses alimentos diminuiu drasticamente e as mortes por doenças cardiovasculares diminuíram mais rapidamente do que em países comparáveis da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (CORRÊA, 2008; OPAS/OMS, 2018).

A cidade de Nova Iorque, nos Estados Unidos, proibiu seus restaurantes de servir alimentos com gordura *trans* em 2006. A iniciativa é bem-sucedida há mais de uma década, seguindo a liderança da Dinamarca no assunto. Em 2015, a FDA determinou que a gordura *trans* não é mais “*Generally Recognized as Safe*”, isto é, não é mais reconhecida como segura e deve ser rotulada como tal nas embalagens. Para permitir uma transição ordenada no mercado, a agência estendeu a data desse cumprimento para alteração dos alimentos até 1º de janeiro de 2020 (FDA, 2018).

Através de seu pacote de ações *REPLACE*, a OPAS/OMS (2018) fornece 6 ações estratégicas para assegurar a completa e sustentada eliminação dos AGT. A organização sugere: revisar alimentos produzidos industrialmente com gordura *trans* e as mudanças políticas necessárias; promover a substituição de gorduras *trans* por gorduras mais saudáveis; legislar ações regulatórias para eliminar gorduras *trans* produzidas industrialmente; avaliar o conteúdo de gordura *trans* na oferta de alimentos; conscientizar sobre o impacto negativo das gorduras *trans* na saúde; e estimular a conformidade de políticas e regulamentos sobre o assunto.

No Brasil, a regulamentação em relação aos AGT se limita a normas de rotulagem brandas. A FDA designa desde 1999, que todos os produtos embalados devem indicar na rotulagem nutricional a quantidade de AGT presente na porção do produto comprado, o que no Brasil foi regulamentado na Resolução ANVISA nº 360 de 23 de dezembro de 2003. Com base nos instrumentos dessa resolução, a Anvisa preconiza que apenas os produtos que contenham gordura *trans* em quantidade menor ou igual a 0,2 g por porção sejam designados como “zero *trans*”. Impulsionado pelo sucesso de legislações internacionais, o governo brasileiro se movimenta no sentido de regular o uso dessas gorduras (BRASIL, 2003; CÂMARA et al., 2008; HISSANAGA; PROENÇA; BLOCK, 2012).

Através do Projeto de Lei do Senado nº 478 de 2015 se estabelece a redução dos ácidos graxos *trans* de origem industrial (AGT-OI) na produção de alimentos para

consumo humano. O Projeto de Lei determina que é proibida a utilização, produção e a comercialização de alimentos em todo o território nacional que contenham em sua composição AGT-OI em percentual superior a 2%. Se for aprovado, a indústria alimentícia nacional terá o prazo de 3 anos para se adaptar à proibição vigente na nova lei (HAJE, 2018).

A proposição prevê que o Poder Público incentivará e financiará pesquisas científicas com vistas à substituição segura das gorduras vegetais parcialmente hidrogenadas no processamento de alimentos e, por sua vez, estabelece que serão desenvolvidas ações de educação voltadas para o consumo consciente de alimentos, com material de informação, comunicação e educação direcionado para a população em geral, mas, principalmente, para crianças e adolescentes (BRASIL, 2018; HAJE, 2018).

A própria indústria nacional tem consciência da necessidade de limitar o uso desse tipo de gordura nos alimentos processados. A redução de AGT alcançou quase 95% das empresas da Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA) em acordo técnico com o Ministério da Saúde, o que resultou na redução estimada em 230 mil toneladas do aditivo, em comparativo entre os anos de 2009 e 2008. Estimasse que o valor da redução em 2015 chegou a 309 mil toneladas de gordura *trans* no mercado (BRASIL, 2018).

## **2.2. Chocolates**

Os AGT estão disponíveis nos mais variados alimentos, sendo que nos produtos industrializados observam-se os teores mais elevados. Entre eles tem-se interesse significativo pela indústria de chocolates, objeto de estudo do presente trabalho.

Sendo um dos principais produtos advindos do cacau, o chocolate é comercializado com destaque na forma de chocolate recheado moldado. As diferenças nas propriedades sensoriais do recheio do chocolate podem ser atribuídas à utilização de diferentes tipos de gordura, que deve ser compatível no recheio e na cobertura, variações nas proporções de ingredientes, técnicas e métodos de mistura e processamento, a depender do tipo de chocolate e da utilização a que se destina (MIQUELIM, 2006).

### 2.2.1. Definição

O chocolate é um alimento conhecido principalmente por proporcionar alegria e bem-estar nas pessoas que o consomem. Essa sensação é desencadeada pela sua composição química que libera endorfina, substância que aumenta o prazer, e triptofano que atua na ativação da serotonina e da dopamina, substâncias ligadas à melhora do humor. Além do bem-estar, o chocolate também é rico em vitaminas do complexo B e minerais, tais como o magnésio e potássio, e representa uma importante fonte de energia, por ser rico em carboidratos e gorduras (ABICAB, 2018).

Segundo a Anvisa, todos os produtos obtidos a partir da mistura de derivados do cacau (*Theobroma cacao* L.), como massa de cacau, cacau em pó ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, contendo no mínimo 25% (g.100 g<sup>-1</sup>) de sólidos de cacau, são chamados de chocolate, podendo apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados (BRASIL, 2005). Já o produto contendo um recheio comestível completamente recoberto de chocolate é chamado de chocolate recheado, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto e apresentem formato e consistência variados (BRASIL, 2005).

### 2.2.2. O mercado de chocolates

O Brasil ocupa o sexto lugar mundial na liderança de volume de vendas de chocolate no varejo de acordo com dados de 2019 da Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas (ABICAB). A indústria concentra-se principalmente em São Paulo, mas conta com importantes produtores também nos estados da Bahia, Espírito Santo, Paraná e Rio Grande do Sul. O faturamento do mercado de chocolates no Brasil foi de R\$ 13,3 bilhões no ano de 2018 e as exportações para o mesmo ano apresentaram leve aumento de 2,7% no primeiro semestre comparado com o mesmo período em 2017, enquanto as importações cresceram 33,28% comparado com o mesmo período de 2017 (ABICAB, 2019).

O Mercosul continua sendo o principal destino das exportações de chocolate do Brasil com um valor total de US\$ 35,6 milhões no primeiro semestre de 2018. As

exportações para os demais países da América do Sul tiveram um crescimento de 16,94% e as importações para a União Europeia cresceram 61,14%. As importações dos países europeus fora do bloco apresentaram crescimento de 60,34%, enquanto as importações do Mercosul aumentaram 12,9% (ABICAB, 2019).

Com relação ao consumo, o país é o terceiro maior mercado consumidor de chocolates no mundo e exibe potencial para avançar. O consumo oscila entre 2 e 3 kg/habitante.ano e, em média, o brasileiro consome 200 g/ano per capita de chocolate do tipo com recheio e 170 g/ano per capita de chocolate tipo tablete. Regionalmente, consome-se mais chocolate nas regiões Sul/Sudeste, enquanto a região Norte/Nordeste tem o menor consumo, ficando abaixo da média nacional com valores aproximados a 60 g/ano per capita (DOCE REVISTA, 2016).

Os produtos com nomenclatura “zero%”, “livre de” e “baixo teor”, bem como os que alegam propriedade medicinal, ganharam posição estratégica ou prioritária no planejamento da indústria, com vislumbre de crescimento para o segmento de produtos nutracêuticos. Avalia-se que, mesmo em tempos de crise, o mercado de chocolates brasileiro continua em constante crescimento com tendências para o desenvolvimento de novos produtos, principalmente se estes auxiliarem questões de saúde ou atenderem a conscientização nutricional do consumidor (DOCE REVISTA, 2016).

### **2.2.3. Processamento do cacau**

No processamento do chocolate recheado existem várias etapas desde a colheita do cacau até sua transformação no chocolate. Da fruta madura do cacaueiro, são colhidos de 30 a 50 sementes cobertas de polpa branca após 6 meses de maturação. Essas sementes passam para o beneficiamento que consta das operações de fermentação e secagem. As fermentações enzimática e microbiana induzem alterações físicas e químicas nos grãos impulsionando reações de escurecimento de polifenol, com proteínas e peptídeos que dão origem às cores escuras características do cacau. Depois de fermentadas, as amêndoas de cacau passam pela secagem ao longo de 7 dias para reduzir o teor de água (AFOAKWA et al., 2007).

As amêndoas, pós beneficiamento e secagem, são encaminhadas para etapas de: torrefação, onde se reduz umidade, teor de ácidos voláteis indesejáveis e se desenvolve o aroma peculiar do cacau; moagem, na qual se obtém uma massa de partículas finas dos *nibs* (amêndoa de cacau fermentada, seca e torrada) chamada de licor de cacau, com alto teor de gordura; alcalinização e prensagem do licor, na qual ocorre a separação da torta de cacau da manteiga de cacau, que será utilizada na etapa seguinte (AFOAKWA et al., 2007).

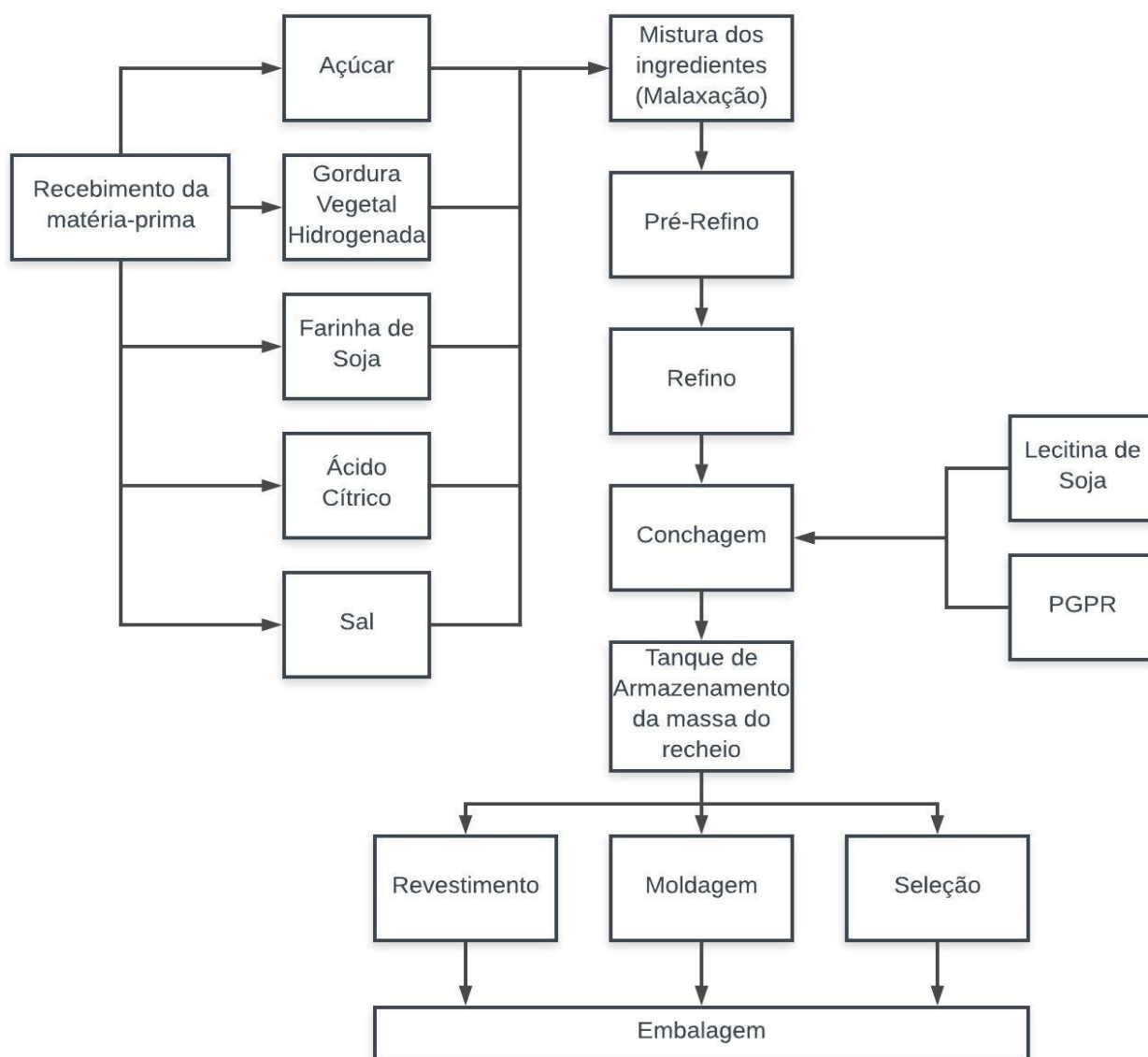
#### **2.2.4. Processamento do chocolate**

Todo fabricante possui formulação própria para cada um de seus produtos, onde a proporção dos ingredientes varia de acordo com o produto desejado. No entanto, o sistema produtivo industrial do chocolate em si contempla etapas comuns e abrange a realização da maioria das etapas em máquinas automatizadas de processamento e embalagem (BECKET, 2012).

A linha para a produção do chocolate recheado é composta de etapas básicas para a cobertura de chocolate e para o recheio. Para a cobertura ocorrem processos de malaxação (mistura da massa até a sua homogeneização), refino, conchagem, temperagem, modelagem e embalagem. Para o recheio são realizados processo de malaxação, refinação, conchagem e modelagem (COHEN; LUCCAS; JACKIX, 2004).

A Figura 4 elucida uma simplificação das etapas do processo de produção padrão do recheio do chocolate, de interesse do presente trabalho. Cada linha produtiva possui características e especificidades devido aos produtos finais que se almeja obter (AFOAKWA et al., 2007).

Figura 4 - Etapas de processamento do recheio do chocolate



Fonte: Adaptado pela autora com base em Afoakwa et al. (2007).

A primeira fase de processamento do recheio é a mistura de ingredientes (malaxação) que homogeneiza todos os componentes da formulação em proporções previamente adequadas para obtenção de uma massa uniforme. As matérias-primas são armazenadas devidamente em tanques e desses seguem para o misturador para aglomeração numa pasta densa em batelada. A dosagem é pré-determinada para obtenção da textura e consistência plástica ideal da receita da massa de recheio. A etapa

é realizada em misturadores encamisados em aço inox, possuindo filtro manga, que mantêm a temperatura da mistura entre 40 e 50 °C (MINIFIE, 1989).

O teor de gordura da mistura é um dos parâmetros relevantes nessa etapa e deve ser mantido entre 24 e 26%. Com o teor de gordura abaixo de 24%, a pasta pode apresentar-se muito sólida dificultando a etapa do refino e com o percentual acima de 26% a massa pode ficar muito fluida apresentando obstáculos ao refino e concheamento. Também é interessante estabelecer um tempo preciso de mistura para se certificar sobre a consistência desejada para a massa, o que normalmente ocorre de 12 a 15 min (MINIFIE, 1989).

Na segunda fase, o processo de refino segue em cilindros trituradores que reduzem progressivamente o tamanho das partículas de modo a completar a homogeneização da massa. A pasta passa pelo processo duplo de refino utilizando-se de pré-refinadeira, com dois rolos que refinam a massa a uma granulometria média de 120 µm, para em seguida passar pela refinadeira, na qual sofre o refino final em refinadeira vertical de 5 rolos, para atingir granulometria ideal de 22 µm para a massa do recheio, podendo oscilar entre 22 e 26 µm (COHEN; LUCCAS; JACKIX, 2004; SILVA, 2011).

O objetivo da etapa de refino é determinar a qualidade do chocolate ou recheio pela predominância da textura suave de poucas partículas grossas. Os ingredientes misturados devem ser imperceptíveis ao paladar e a granulometria do produto final deve ser resultado dos cristais de açúcar da mistura triturados e quebrados em pequenas partículas. Assim, são obtidas a melhor estrutura do doce, sua consistência mais mole e a redução da aspereza na boca (COHEN; LUCCAS; JACKIX, 2004; MINIFIE, 1989; SOUZA; HADLICH; MAAHS, 2013).

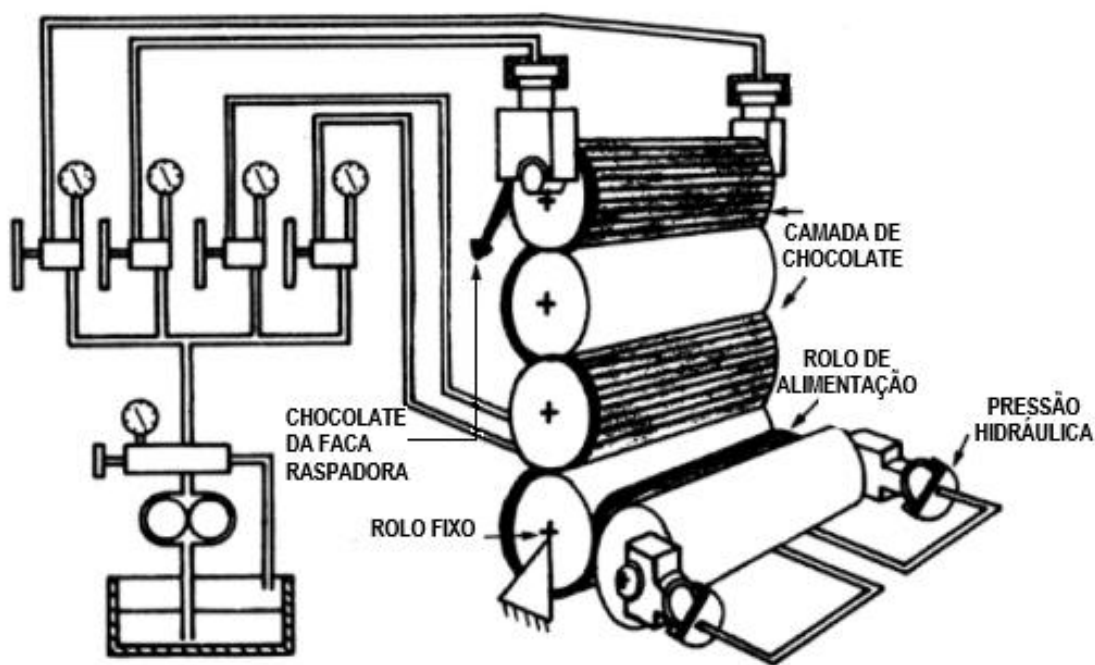
A textura é a principal característica das propriedades reológicas e estruturais de um alimento e constitui um dos fatores primordiais para o consumidor avaliar qualidade e aceitação do produto. Esse aspecto se manifesta quando o alimento sofre uma penetração ou deformação, quando é mordido, prensado ou cortado, e é através dessa interferência na integridade do alimento que se pode ter noção de atributos mecânicos como a dureza (ABNT, 2017).



Conforme esclarecem Becket (2012) e Minifie (1989), a temperatura na superfície dos cilindros, a temperatura de trabalho da água de refrigeração, a velocidade de rotação dos cilindros, a pressão entre os rolos de refino e o ângulo da faca raspadora que remove o filme de chocolate do rolo do topo são alguns parâmetros a serem avaliados para se obter um bom desempenho e eficiência do equipamento.

O rolo mais baixo gira na velocidade rotacional mais lenta, enquanto os rolos acima vão ficando cada vez mais rápidos e cada um desses trabalha com temperaturas de superfície diferentes. A película da massa sendo refinada sempre gruda no rolo movendo mais rápido e vai para cima, do primeiro ao segundo rolo, do segundo ao terceiro, e assim sucessivamente para ser refinada em partículas cada vez menores. O diagrama de cilindros de refino é apresentado na Figura 5 ilustrando o sistema utilizado na planta fabril da empresa de chocolates (BECKET, 2012; MINIFIE, 1989).

Figura 5 - Sistema de cilindros de refino de massa de recheio e massa de chocolate



Fonte: Adaptado pela autora com base em Becket (2012).

Becket (2012), Souza, Hadlich e Maahs (2013) relatam a etapa seguinte do processo de conchagem, que trata do desenvolvimento do *flavor*, melhoria da fluidez final do recheio ou chocolate, redução da umidade e eliminação dos ácidos voláteis, resultando no sabor delicado e aprimorado do produto.

No processo de refino, a pasta é amassada, porém, a área ampliada da área total de superfície das partículas não fica completamente coberta por uma camada de gordura, e é essa camada, durante a fase “plastificante” da concha, que é necessária para se obter as propriedades reológicas finais do chocolate, pelo auxílio da menor quantidade possível de gordura. O concheamento é importante nessa determinação: o movimento de agitação quebra os aglomerados e lubrifica as superfícies das partículas sólidas (BECKET, 2012; MINIFIE, 1989).

Segundo Minifie (1989), a fase de conchagem para a produção do recheio a base de gordura é constituído por uma concha em formato cilíndrico com agitador de pás curvas, com velocidade de rotação de eixos alta e sentido de rotação de modo que a massa seja jogada contra as paredes da concha, ocasionando uma melhor união entre as partículas dos ingredientes da pasta. A faixa de temperatura do trabalho ocorre entre 55 e 60 °C com duração de até 2h30min. A adição de emulsificantes ocorre nesta etapa de modo a definir a viscosidade do produto final e especificidade da massa de pastosa para líquida. Importante avaliar a dosagem de emulsificantes a temperaturas inferiores à máxima de 60 °C pois os mesmos se degradam perdendo suas propriedades.

Com a massa adequada para as linhas de produção, essa é estocada em tanque de serviço encamisado com agitação e mantida à temperatura de 45 °C. No caso do chocolate, previamente à moldagem, a massa líquida se estabiliza na operação de temperagem quando são processadas trocas térmicas num equipamento chamado temperadeira, para favorecer a cristalização da manteiga de cacau. O chocolate fica derretido e preparado para a modelagem. Já o recheio não necessita da etapa de temperagem, por se tratar de uma gordura CBR (repositor da manteiga de cacau), e do estoque segue diretamente para a moldagem (MINIFIE, 1989; SOUZA; HADLICH; MAAHS, 2013).

Na moldagem do chocolate recheado, o chocolate líquido é depositado em matrizes, seguido pelo assento do recheio líquido e novamente pelo chocolate. Após isso,

é arrefecido, passando por um túnel de refrigeração com esteira vibratória, para que fique liso e sem bolhas de ar, até a fase gorda da camada de chocolate e do recheio atingirem grau de cristalização adequado. Uma vez atingido o estado sólido, o chocolate retrai-se e sai dos moldes com facilidade. Com o chocolate moldado, temperado e resfriado, segue-se para a etapa de desmolde em esteiras plásticas que continuam para a embalagem própria para acondicionamento (BECKET, 2012; MINIFIE, 1989; SOUZA; HADLICH; MAAHS, 2013).

### **2.2.5. Temperagem do chocolate**

As propriedades físico-químicas e sensoriais são muito importantes na estrutura de um bom chocolate. As propriedades físico-químicas estão correlacionadas ao comportamento durante a fusão e à cristalização, enquanto as propriedades sensoriais estão diretamente associadas à aceitação do chocolate pelo consumidor (OLIVEIRA et al., 2015).

Para facilitar a cristalização e alcançar as propriedades necessárias ao produto final, a manteiga de cacau ou a gordura vegetal que substitui a manteiga de cacau precisa ser temperada para atingir estrutura cristalina específica. Presente na formulação do chocolate, a fonte de gordura é responsável pela dispersão dos demais ingredientes. Apresenta ponto de fusão entre 34 e 38 °C, resultando num chocolate sólido à temperatura ambiente, que imediatamente se dissolve na boca, a 37 °C (MINIFIE, 1989).

A manteiga de cacau apresenta comportamento polimórfico, ou seja, pode se solidificar sob diferentes formas cristalinas, dependendo da temperatura, do tempo de cristalização, da agitação e, sobretudo, da taxa de resfriamento. O substituinte deve se adequar a esse comportamento polimórfico (NILSSON et al., 2014).

Consoante Nilsson et al. (2014) e Diaz (2005), a temperaturas abaixo de 17 °C tem-se a forma  $\gamma$ , que em poucos segundos transforma-se na forma  $\alpha$ , que possui ponto de fusão de 23 °C e só existe por causa da modificação  $\gamma$ . Com ponto de fusão de 26 °C, temos a forma mais comum  $\beta'$  ou beta-prima, que origina-se da forma  $\alpha$  ou sozinha entre 18 e 27 °C. Essa, por sua vez, irá transformar-se na forma mais estável  $\beta$ , com conversão

total após um mês estocado a temperatura de 21°C. O cristal  $\beta$  origina-se sozinho ou da forma  $\beta'$  entre 23 e 36 °C.

O Quadro 2 apresenta o comportamento polimórfico da manteiga de cacau pelas possíveis formas de cristais que ela pode alcançar, influenciando na estabilidade e pontos de fusão.

Quadro 2 – Polimorfismo de cristais da manteiga de cacau

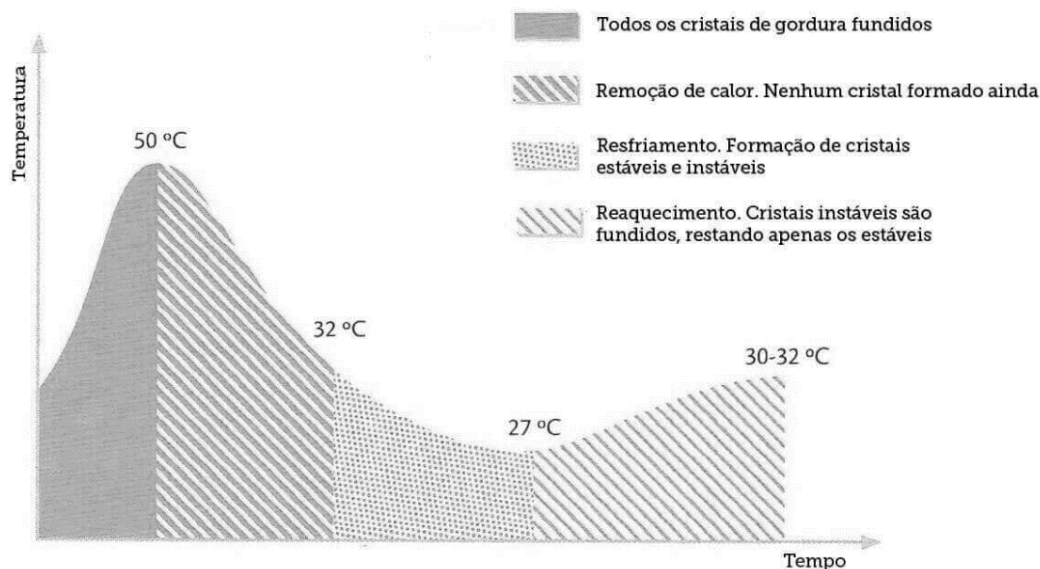
Nomenclaturas		Ponto de Fusão (°C)	
$\gamma$	I	17	<div> <div>Forma muito instável</div> <div>↓</div> <div>Forma muito estável</div> </div>
$\alpha$	II	23	
$\beta_2'-2$	III	26	
$\beta_1'-2$	IV	27	
$\beta_2-3$	V	34	
$\beta_1-3$	VI	36	

Fonte: Adaptado pela autora com base em Nilsson et al. (2014) e Hartel et al. (2018).

Nilsson et al. (2014) e Diaz (2005) relatam a temperagem do chocolate. O processo consiste na solidificação da gordura que se encontra líquida, por volta de 50°C, no qual todos os cristais são derretidos, formando inicialmente uma estrutura cristalina  $\beta'$  em um processo rápido a temperatura baixa de 26 a 28 °C, seguida por um aumento de temperatura de 30 a 32 °C. Pela elevação da temperatura, a forma  $\beta'$  derrete parcialmente e se rearranja lentamente. Ao mesmo tempo, a cadeia de ácido graxo se rearranja e transforma a forma  $\beta'$  em cristais de forma  $\beta$ . Assim que se formam de 0,5 a 1% de cristais  $\beta$ , a rede cristalina obtém grau de compactação ideal e o chocolate pode ser resfriado. Desse modo, os triglicerídeos restantes cristalizam suavemente na mesma estrutura já alcançada nos cristais  $\beta$ .

A curva de cristalização do chocolate é ilustrada pela Figura 6.

Figura 6 - Curva de cristalização do chocolate



Fonte: Izumi (2013).

No chocolate temperado corretamente, os 98% de triacilgliceróis que compõem a manteiga de cacau, mesmo apresentando diferentes pontos de fusão, alcançam a forma polimórfica  $\beta$ , desprendendo-se adequadamente do molde, além de apresentar brilho característico desejado e de não incorrer em *fatbloom* (quando a manteiga de cacau cristaliza de forma instável e se recristaliza de forma estável, isto é, a gordura migra para a superfície do chocolate, criando uma camada fina de manchas esbranquiçadas) (NILSSON et al., 2014).

## 2.3 Chocolate recheado

O chocolate recheado moldado destaca-se como um dos produtos de chocolate mais comercializados. Segundo dados da ABICAB (2018), o consumidor compra mais deste tipo de chocolate, mesmo que as barras de chocolate sejam as mais lembradas. O quadro justifica-se pela diversidade de apresentação do produto, envolto por camada de chocolate e núcleo com diversos recheios, como pedaços de frutas, sementes oleaginosas, açúcar, leite, manteiga, cacau ou licores.

Em produção fabril, os chocolates com recheio são produzidos a partir de preenchimento de moldes de plástico que passam por resfriamento e desmoldagem. Uma

fina camada de chocolate temperado é depositada nessas matrizes e resfriada em túnel próprio, aguardando ser recheada. O recheio é resfriado em trocador de calor de pratos de estágio único recebendo aditivos saborizantes. Esse é aplicado na camada de chocolate e segue para outro estágio de resfriamento, à temperatura média de 12 °C. O recheio é coberto por outra camada de chocolate temperado, finalizando a moldagem e passando para uma terceira etapa de resfriamento (MINIFIE, 1989).

Paralelamente à temperagem e cristalização inerente a cada camada que compõe o chocolate recheado, temos em comum a composição lipídica que afeta o recheio e a casca de chocolate. As gorduras do envoltório de chocolate incluem a manteiga de cacau, a gordura do leite e a gordura vegetal, enquanto a gordura vegetal hidrogenada integra a gordura do recheio. Ademais, devemos priorizar essa interação no processo de produção de um chocolate com recheio pois a gordura utilizada no recheio irá reagir à aceitação da manteiga de cacau e da gordura vegetal na formulação da cobertura de chocolate (BECKET, 2012; MINIFIE, 1989).

### 2.3.1 Composição lipídica do chocolate recheado

Em comparação às particularidades inerentes ao ponto de fusão da manteiga de cacau, as gorduras vegetais não apresentam temperatura de fusão ou cristalização bem definidas. O entendimento desses parâmetros, somados à análise de teor de gordura sólida que uma amostra apresenta em diferentes temperaturas, ajuda a definir as propriedades físicas atreladas à composição lipídica do chocolate recheado (DIAZ, 2005).

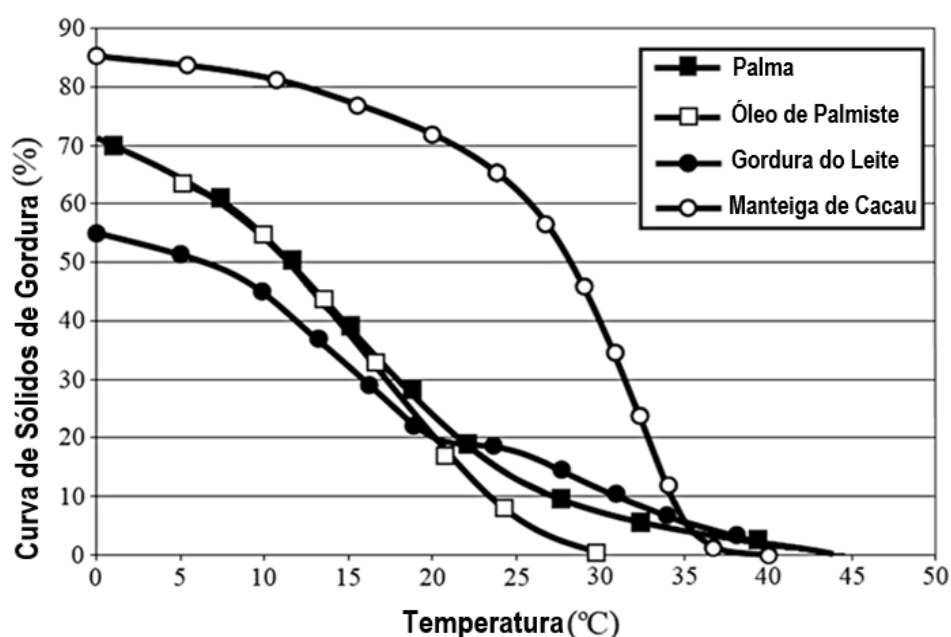
Segundo Diaz (2005), a análise das curvas de teor de gordura sólida, ou *solid fat content* (SFC), fornece boas indicações do comportamento global das gorduras usadas na formulação de chocolates. Esse expressa a propriedade física responsável pela textura do chocolate, características de dureza, brilho, *snap* (quebra característica do chocolate), desmanche na boca e contração no desmolde.

Grimaldi (1999) sugere que a leitura da SFC seja realizada em 10, 20, 30, 35 e 40 °C. As gorduras, utilizadas em produtos como o chocolate, devem apresentar pequena variação do teor de sólidos numa faixa ampla de temperatura. A presença de alto teor de

sólidos à temperatura ambiente propiciará a estrutura cristalina desejada para adequação do chocolate.

A Figura 7 ilustra as curvas de teor de gordura sólida típicas através de um comparativo entre as gorduras do leite, manteiga de cacau, óleo de palma e óleo de palmiste, desejando-se obter uma SFC similar à curva da manteiga de cacau para uma gordura CBR (HARTEL et al., 2018).

Figura 7 – Comparativo entre curvas de teor de gordura sólida (SFC)



Fonte: Adaptado pela autora com base em Hartel et al. (2018).

Embora as SFCs da gordura hidrogenada e da gordura hidrogenada interesterificada sejam semelhantes, apresentam diferenças. O ácido graxo *trans* possui cadeia cristalina tridimensional, com distribuição próxima à cadeia linear dos ácidos graxos saturados, compatibilizando-se à manteiga de cacau na camada de chocolate, enquanto ácido graxo *trans* interesterificada denota microestrutura assimétrica, pela alternativa de configuração *cis/trans* com cadeia curva na molécula (NILSSON et al., 2014; RIBEIRO et al., 2007).

Quando se integra a gordura no recheio e sucessivamente na camada de chocolate, tende-se a um estado de equilíbrio químico. Assim, a gordura especial deve

ser compatível com a gordura do chocolate para que não ocorra migração do recheio para a cobertura ou perda de brilho (NILSSON et al., 2014).

Ao desenvolver um produto no qual a redução de isômeros *trans* seja obtida pela incorporação de substitutos de gordura, devem ser considerados fatores como ponto de fusão, compatibilidade com os outros componentes do recheio, além, é claro, da performance em processo produtivo laboratorial, estabilidade oxidativa e manutenção do sabor e cor do chocolate recheado originário, não causando percepções diferentes ao consumidor que vier a comprá-lo após a troca do insumo (MIQUELIM, 2006).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Matérias-primas

Para alcançar os objetivos propostos para o presente trabalho definiram-se três gorduras, três recheios e dois chocolates recheados como materiais. Identificou-se a gordura padrão como Gordura 1 (gordura vegetal hidrogenada disponibilizada pelo Fornecedor Padrão), a primeira gordura proposta como Gordura A (gordura vegetal interesterificada disponibilizada pelo Fornecedor A), e a segunda gordura proposta como Gordura B (gordura vegetal interesterificada disponibilizada pelo Fornecedor B).

A descrição e características de cada gordura estão apresentadas no Quadro 3 conforme especificadas tecnicamente pelos fornecedores.

Quadro 3 - Descrição de cada gordura conforme especificação técnica do insumo

<b>Matéria-Prima</b>	<b>Características Técnicas</b>
<b>Gordura 1 (Fornecedor Padrão)</b>	Gordura não láurica baseada em óleo de palma e óleo de soja, hidrogenados e fracionados.
<b>Gordura A (Fornecedor A)</b>	Gordura não láurica baseada em óleo de palma e óleo de soja, fracionados, interesterificados e refinados.
<b>Gordura B (Fornecedor B)</b>	Gordura não láurica com incorporação de hidrogênio baseada em óleos vegetais líquidos, hidrogenados e interesterificados.

Fonte: Da autora (2019).

Para obtenção dos três recheios, sendo um recheio padrão e dois testes, utilizaram-se formulações com as gorduras descritas anteriormente além dos mesmos

ingredientes padrões. O recheio padrão foi composto pela Gordura 1 (gordura vegetal hidrogenada padrão), açúcar, farinha de soja, sal, lecitina de soja, ácido cítrico e poliglicerol de polirricinoleato (PGPR). Os insumos das formulações propostas foram equivalentes ao recheio padrão, exceto pela substituição da Gordura 1, ora pela Gordura A, ora pela Gordura B.

Para produção dos dois chocolates recheados, consistindo em um chocolate padrão e um chocolate teste, foi utilizado chocolate meio amargo derretido, previamente temperado em temperadeira industrial e estocado pela própria fábrica, além dos recheios produzidos especificamente para cada formulação de chocolate.

Todos os ingredientes foram adquiridos com fornecedores especializados e homologados pela indústria de chocolates que contribuiu para o estudo.

### **3.2. Caracterização das gorduras**

Com o intuito de caracterizar a atual gordura do recheio do chocolate e as gorduras propostas construiu-se a curva de teor de gordura sólida (SFC) de cada uma dessas, segundo as normas do método 2.150a IUPAC. O teor de gordura sólida das amostras de cada um dos ácidos graxos a serem testados foi realizado em Espectrômetro de Ressonância Nuclear Magnética Maran Ultra Benchtop, de 20 MHz. As leituras das amostras foram realizadas em duplicata por método direto em série às temperaturas de 10, 20, 25, 30, 35 e 40 °C.

### **3.3 Formulação e produção dos recheios**

Para efeito de testes comparativos, foram formulados, produzidos e avaliados os recheios com a gordura padrão e as gorduras testes em escala laboratorial.

Identificou-se o Recheio F1, referente à formulação padrão com a Gordura 1. Além desse, foram estabelecidas duas formulações testes com a substituição proporcional dos ingredientes. Identificou-se o Recheio F1A, relativo à formulação proposta com a Gordura A, e o Recheio F1B, específico à formulação proposta com a Gordura B.

As formulações e os insumos de cada um dos Recheios F1, F1A e F1B são apresentados em composições percentuais na Tabela 1.

Tabela 1 - Formulações do Recheio F1, F1A e F1B

Ingredientes	Quantidade (%)		
	F1	F1A	F1B
<b>Açúcar</b>	65,00	65,00	65,00
<b>Gordura 1 (gordura hidrogenada padrão)</b>	27,00	0,00	0,00
<b>Gordura A (gordura interesterificada fornecedor A)</b>	0,00	27,00	0,00
<b>Gordura B (gordura interesterificada fornecedor B)</b>	0,00	0,00	27,00
<b>Farinha de Soja</b>	7,10	7,10	7,10
<b>Sal</b>	0,08	0,08	0,08
<b>Lecitina de Soja</b>	0,40	0,40	0,40
<b>Ácido Cítrico</b>	0,12	0,12	0,12
<b>PGPR</b>	0,30	0,30	0,30
<b>Total</b>	100,00	100,00	100,00

Fonte: Da autora (2019).

Cada formulação de recheio foi processada em dois lotes, num total de seis amostras de massa, na planta piloto do laboratório de chocolates da empresa. Para fabricação das amostras, foram utilizados um misturador de laboratório (Figura 8), com duplo eixo de pás justapostas de fluxo e contrafluxo, uma refinadeira (Figura 9) com moinho de três rolos horizontais, com dimensão econômica para lotes até 50 kg, centrifugação de rolos definida manualmente, resfriamento de fluxo contínuo e motor de 2,2 kW, e uma concha de rosca simples com superfície encurvada (Figura 10). A refinadeira e a concha são equipamentos da marca Buhler (Suíça).

As produções passaram pelas etapas de pesagem, mistura e homogeneização dos ingredientes, refino, concheamento e resfriamento (MINIFIE, 1989; COHEN; LUCAS; JACKIX, 2004). Os parâmetros do processo, após terem sido definidos, como cilindros ajustados para diâmetro de partículas de massa igual a 22 µm, temperatura da concha de 55 a 60 °C, tempo de concheamento de 150 min, foram mantidos para as seis produções. Ao finalizar a produção de cada massa, foram retiradas amostras devidamente identificadas para as análises de textura.

Figura 8 - Misturador de laboratório de chocolate



Fonte: Da autora (2019).

Figura 9 - Refinadeira de três rolos horizontais



Fonte: Da autora (2019).

Figura 10 - Concha de rosca simples



Fonte: Da autora (2019)

### 3.4. Análise de textura dos recheios

A Análise de Perfil de Textura (TPA) das formulações padrão e testes dos recheios foi realizada utilizando-se o texturômetro Brookfield CT3 Texture Analyzer. O padrão da força de compressão foi avaliado em duplicata empregando-se uma amostra de cada repetição do processo de produção do recheio, as quais foram submetidas à força de penetração do equipamento, totalizando doze análises.

Preliminarmente às análises, as amostras de cada lote de recheio foram disponibilizadas e acomodadas horizontalmente em potes plásticos cilíndricos de 90 mm de diâmetro e aquecidas em banho termoeletrônico ajustado a 30 °C. As amostras foram avaliadas após imersão de termômetro no recheio e averiguação de temperatura interna de 28 °C. Para os ensaios no texturômetro, utilizou-se probe cilíndrico de acrílico com extremidade plana e diâmetro de 12,5 mm (TA5) e dispositivo de base TA-RT-KIT, tendo como parâmetros operacionais: velocidade de pré-teste: 1,0 mm/s; velocidade de teste =

1,0 mm/s; velocidade do pós-teste = 1,0 mm/s; carga de Trigger = 50 g; ciclo de contagem = 1; distância = 10 mm. Como parâmetro dos testes, foi determinada a dureza (g), avaliando-se a deformação de uma mordida no recheio.

### 3.5. Produção dos chocolates recheados

A partir da construção das curvas de teor de gordura sólida (SFC) da Gordura 1, Gordura A, Gordura B e os resultados das análises de perfil de textura do Recheio F1, Recheio F1A, Recheio F1B, definiu-se a gordura teste que melhor se adequou às condições da gordura padrão. À vista disso, sucedeu-se à produção manual do chocolate meio amargo com Recheio F1, identificado como Chocolate B1, e do chocolate equivalente com o recheio de gordura com baixo teor de isômeros *trans* eleito, que foi posteriormente identificado pelos resultados obtidos nos ensaios.

Foram coletadas as amostras identificadas do Recheio F1 e do recheio eleito e estes receberam a mesma quantidade de aditivo aromatizante e corante artificial, nas proporções de 0,130% e 0,002%, respectivamente. Em seguida, os recheios seguiram para manipulação com a cobertura de chocolate.

A massa de chocolate derretido foi conduzida previamente temperada, em temperadeira Turbotemper (Sollich), seguindo-se para a moldagem do chocolate recheado em forma de policarbonato. Na camada de chocolate, em formato de barras de 12,3 g, com dimensões de 75 mm por 17 mm, foram acomodados os recheios, um de cada vez, cobrindo-os com cobertura do mesmo chocolate. Colocou-se a forma com os chocolates moldados em refrigerador à temperatura de 12 °C e nela permaneceu por 15 min para solidificação. Após retração, os chocolates recheados foram retirados manualmente dos moldes, embalados em papel chumbo e armazenados para a estabilização da rede cristalina.

Ao finalizar a produção dos chocolates recheados em bancada laboratorial, selecionaram-se amostras devidamente identificadas para as análises de composição físico-química e para caracterização dos perfis de textura do produto padrão e do produto teste e estas permaneceram à temperatura de 18 °C.

### 3.6. Composição físico-química e valor calórico dos chocolates recheados

Os ensaios para composição físico-química e o cálculo do valor calórico realizaram-se a partir de oito análises em duplicata do Chocolate B1 e do chocolate recheado com o substituinte de gordura *trans* eleito. Completaram-se doze ensaios e quatro estimativas por cálculos, para as análises do teor de umidade, cinzas, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas e gorduras *trans*, além da determinação do valor calórico de ambos os chocolates.

O ensaio de teor de umidade foi estipulado pelo método Karl Fischer, utilizando-se como solvente Clorofórmio P.A. e Álcool Metílico na proporção 1:1, em titulador automático Karl Fischer modelo KF-1000 (Analyser). A determinação das cinzas foi avaliada por incineração de resíduos em mufla a 550 °C. Os carboidratos totais foram estimados por diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos nas análises para umidade, proteínas, gorduras totais e cinzas. As análises ocorreram de acordo com as normas analíticas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Ademais, as amostras elaboradas foram analisadas pelo Laboratório de Análises Físico-Químicas do Unianálises na Univates, no qual a determinação de proteínas foi realizada segundo Método Kjeldahl clássico; o teor de gorduras totais foi determinado pelo método de análise oficial 920.177 AOAC-OMA (2019); e as gorduras saturadas e as gorduras *trans* foram avaliadas por cromatografia gasosa de acordo com a metodologia 996.06 AOAC-OMA (2019). Além desses, o valor calórico (kcal/100 g) foi calculado conforme Franco (2003), utilizando-se dos fatores de conversão 4 kcal/g para proteínas, 9 kcal/g para gorduras totais e 4 kcal/g para carboidratos.

### 3.7. Análise de textura dos chocolates recheados

A análise de textura do Chocolate B1 e do chocolate recheado com o substituinte de gordura *trans* eleito foi realizada utilizando-se o texturômetro Brookfield CT3 Texture Analyzer, mesmo equipamento utilizado para caracterizar os perfis de textura dos

recheios. O padrão da força de compressão foi avaliado em duplicata para os dois chocolates num total de quatro análises.

Cada chocolate recheado produzido manualmente no formato de barras de 75 mm por 17 mm permaneceu à temperatura de 18 °C e para o ensaio foi disponibilizado em amostras cúbicas de 15 mm x 15 mm. A análise TPA foi medida na região central do cubo por meio de ponteira cilíndrica de aço inox e 4 mm de diâmetro (TA44) e dispositivo de base TA-RT-KIT, tendo como parâmetros operacionais: velocidade de pré-teste: 1,0 mm/s; velocidade de teste = 1,0 mm/s; velocidade do pós-teste = 1,0 mm/s; carga de Trigger = 50 g; ciclo de contagem = 1; distância = 10 mm. A ponteira cilíndrica utilizada para esse ensaio foi estipulada pelo fato da amostra de chocolate apresentar superfície de contato menor que a apresentada na análise de perfil de textura dos recheios. Foi determinada a dureza (g) avaliando-se a deformação de uma mordida no chocolate.

### **3.8. Análise Estatística**

Os resultados de caracterização das amostras foram avaliados através de análise de variância (ANOVA) e as diferenças entre médias pelo teste Tukey em um intervalo de confiança de 95% ( $p < 0,05$ ).

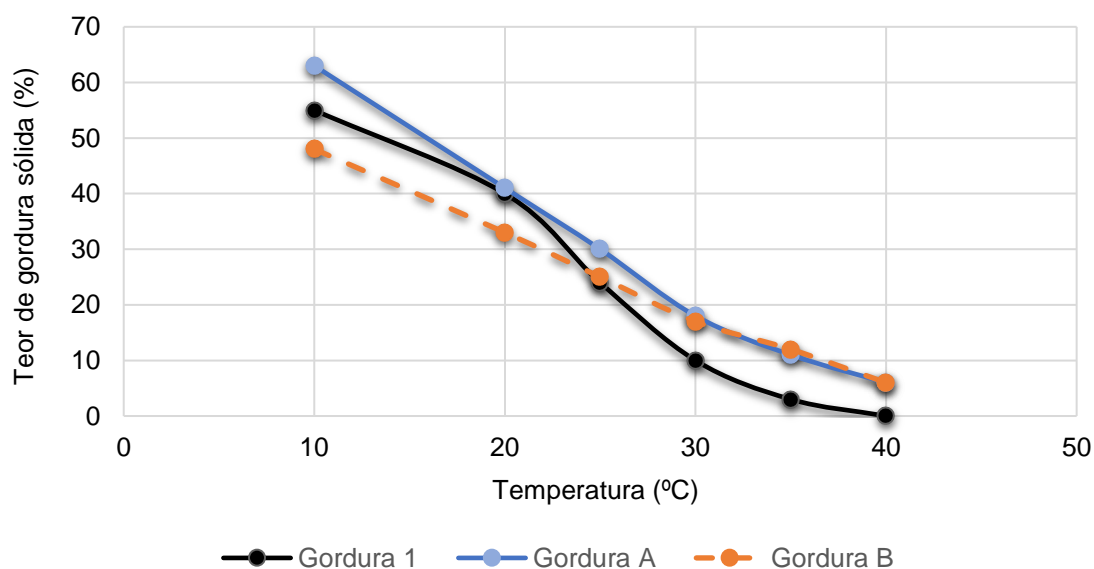


## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Curvas de teor de gordura sólida (SFC)

Pela leitura do teor de gordura sólida nas diversas temperaturas, construiu-se o Gráfico 1 da curva do teor de gordura sólida (%) versus temperatura (°C) para a Gordura 1, Gordura A e Gordura B. Os tempos de indução a diferentes temperaturas permitiram distinguir a similaridade visual das curvas das gorduras testes em comparativo à curva da Gordura 1, com seu conjunto de pontos tido como referência. Os desvios padrão das medições em duplicata não foram replicados por apresentarem valores muito pequenos.

Gráfico 1 - Curvas de teor de gordura sólida (SFC) das amostras analisadas



Fonte: Da autora (2019).

Pela constituição do Gráfico 1, avaliou-se uma gordura proposta com curva de teor de gordura sólida com um conjunto de valores semelhante à SFC da Gordura 1. Verificou-se que a curva de teor de gordura sólida da Gordura A apresentou-se visualmente proporcional à curva da Gordura 1, indicando pontos similares aos da curva da gordura padrão, enquanto a curva de teor de gordura sólida da Gordura B apresentou um conjunto de valores linear e distinto.

Notou-se, também, que as SFC da Gordura 1 e da Gordura A decaíram em percentual equivalente de  $15 \pm 2\%$  entre as temperaturas de 25 e 30 °C, e que, substancialmente, não existiu gordura sólida para as três gorduras avaliadas, nas temperaturas de 35 e 40 °C. Além disso, a Gordura A apresentou maior curva de teor de gordura sólida em relação à Gordura 1, à medida que a Gordura B apresentou menor curva de teor de gordura sólida.

Resultados similares ao presente estudo foram observados por Torbica et al. (2014). No trabalho dos autores sobre propriedades físicas de chocolates com adição de gorduras CBE (equivalente da manteiga de cacau) de dureza moderada, esses concluíram que as curvas de teor de gordura sólida dos chocolates com os substituintes de manteiga de cacau mantiveram fluxos correspondentes e curvas com conjunto de valores similares com o acréscimo de CBE nas faixas de temperaturas trabalhadas, particularizando a semelhança física atrelada à substituição de gorduras equivalentes no chocolate.

Em trabalho sobre a investigação das propriedades físico-químicas de gordura CBS (substituto de manteiga de cacau) à base de óleo de palma e compatibilidade da mistura de CBS e manteiga de cacau, Biswas et al. (2018) verificaram que os substituintes apresentaram aumento no teor de sólidos na faixa de 10 a 25 °C, em comparação à gordura antes da interesterificação, fato atrelado à variação de ácidos graxos *trans*. Os resultados dos autores justificam as leituras obtidas no presente trabalho para a Gordura 1 e para a Gordura A.

Gorduras que apresentam menor teor de SFC resultam em produtos de textura mais macia, ao passo que gorduras com maior teor de gordura sólida convertem-se em alimentos mais duros, quando utilizados pela indústria de chocolate. Se o chocolate for feito com gordura mais macia, menos cristais serão formados e o perfil SFC também

afetará a tendência relativa da dureza do produto. De modo análogo, no chocolate com gordura mais dura, mais cristais serão estruturados. Logo, a obtenção de SFC similares torna as gorduras adequadas para a mesma aplicação (ZZAMAN et al.; 2017).

Diante dos estudos acima citados, verificou-se que a Gordura A apresentou uma maior curva de teor de gordura sólida, podendo apresentar influência sobre uma melhor cristalização do recheio e sobre o parâmetro de textura, além do conjunto de pontos da curva indicar a similaridade do comportamento das fases sólida e líquida em relação à Gordura 1. Assim sendo, devido às vantagens para obtenção de textura mais firme nos recheios dos chocolates, inicialmente, a Gordura A apresentou-se mais vantajosa à Gordura B quanto à substituição integral da gordura padrão.

#### 4.2. Análise de textura dos recheios

A Tabela 2 apresenta os dados obtidos nas análises de textura no qual avaliou-se o parâmetro de dureza dos recheios produzidos para as duas produções desses. As determinações foram realizadas em duplicata e os resultados foram expressos como a média entre os valores para cada um dos recheios, incluindo o desvio padrão.

Tabela 2 - Resultados das análises de textura dos recheios produzidos

Amostra	Dureza (g) $\pm$ $\delta$ 1ª Produção*	Dureza (g) $\pm$ $\delta$ 2ª Produção*
Recheio F1 <sup>1</sup>	3.391,0 $\pm$ 373,4 <sup>a</sup>	3.669,5 $\pm$ 263,8 <sup>a</sup>
Recheio F1A <sup>2</sup>	5.358,0 $\pm$ 452,5 <sup>b</sup>	5.314,5 $\pm$ 29,0 <sup>b</sup>
Recheio F1B <sup>3</sup>	2.303,5 $\pm$ 142,1 <sup>c</sup>	2.272,5 $\pm$ 4,9 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Recheio com Gordura 1. <sup>2</sup>Recheio com Gordura A. <sup>3</sup>Recheio com Gordura B. \*Letras iguais significam que não há diferença e letras diferentes (em linha ou coluna) indicam diferença significativa a  $p < 0,05$  pelo teste Tukey.

Fonte: Da autora (2019).

As análises estatísticas indicaram diferenças significativas entre as três amostras de recheio. Verificou-se que o Recheio F1A apresentou-se mais dura em relação ao Recheio F1, enquanto o Recheio F1B apresentou-se mais macio. Não se observaram

diferenças significativas entre as produções de mesmo recheio, indicando a reprodutibilidade dos métodos de produção.

Avaliou-se que os resultados obtidos para a análise de textura correlacionaram-se com os dados obtidos das curvas de teor de gordura sólida. Em comparação ao recheio padrão (Recheio F1), o aumento da dureza do Recheio F1A evidenciou-se como reflexo do aumento da curva de teor de gordura sólida da Gordura A (utilizada na fórmula desse recheio), ao mesmo tempo que a redução da dureza do Recheio F1B salientou o menor teor de SFC da Gordura B.

Gonçalves e Lannes (2010), ao estudarem a comportamento reológico sobre a textura dos chocolates, relacionam a análise da textura ao teor de gordura sólida. Os pesquisadores avaliam que a quantidade de cristais de gordura depende do teor de gordura sólida e da taxa de resfriamento, indicando que a caracterização do perfil de textura de amostras de chocolate deve ocorrer em temperaturas típicas de processo próximas a 30 °C. As análises do presente estudo ocorreram conforme descrito pelos autores acima.

Ao avaliarem os parâmetros de dureza de *blends* industriais de manteiga de cacau, Ribeiro et al. (2012) evidenciaram que todas as amostras de gorduras eram consideradas muito duras, entre as temperaturas de 25 °C e 30 °C. Os autores salientaram que as curvas de teor de gordura sólida refletem na dureza das gorduras, e que o aumento nos valores desse parâmetro se dá com gorduras com maiores teores de SFC e a diminuição da dureza evidencia-se por gorduras com menor teor de SFC.

As gorduras tidas como duras podem ser classificadas como ingredientes adequados para alimentos com texturas firmes, assim como recheios de chocolate (JEYARANI; REDDY, 2005). Observa-se que o Recheio F1A apresentou maior dureza quando comparado ao padrão (Recheio F1) indicando melhores características de textura em relação ao Recheio F1B, que apresentou-se mais macia.

Hussain et al. (2018), ao estudarem a textura de compostos de chocolate ao leite contendo gordura CBS em proporções diferentes, também obtiveram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. Os autores constataram que a adição de gorduras substituintes resultou no aumento da dureza dos chocolates.

#### 4.3. Composição físico-química e valor calórico dos chocolates recheados

Fundamentando-se na construção das curvas de teor de gordura sólida e nos resultados das análises de textura dos recheios, considerou-se a Gordura A como a mais adequada para substituição integral da gordura padrão (Gordura 1), podendo compor uma faixa aceitável requerida no recheio do chocolate com baixo teor de isômeros *trans*.

A partir desta etapa do estudo, utilizou-se somente o Recheio F1 e o Recheio F1A, pela definição da Gordura A como gordura que melhor se adequou às condições da Gordura 1. Sucedeu-se à produção manual dos chocolates em bancada laboratorial. Identificou-se o Chocolate B1, composto pelo Recheio F1, e o Chocolate B1A, composto pelo Recheio F1A, para as análises físico-químicas e cálculo do valor calórico.

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises de composição físico-química e cálculo do valor calórico do Chocolate B1 e do Chocolate B1A. Os resultados expressam a média dos valores com o desvio padrão das análises em duplicata para cada chocolate.

Tabela 3 - Composição físico-química e valor calórico dos chocolates produzidos

<b>Composição físico-química (g/100 g) ± δ</b>	<b>Chocolate B1<sup>1*</sup></b>	<b>Chocolate B1A<sup>2*</sup></b>
<b>Umidade</b>	0,63 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,62 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>Cinzas</b>	0,96 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,06 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>Carboidratos</b>	63,19 ± 0,13 <sup>a</sup>	63,56 ± 0,30 <sup>a</sup>
<b>Proteínas</b>	5,01 ± 0,08 <sup>a</sup>	4,75 ± 0,23 <sup>a</sup>
<b>Gorduras totais</b>	30,22 ± 0,06 <sup>a</sup>	30,02 ± 0,07 <sup>a</sup>
<b>Valor calórico (kcal/100 g) ± δ</b>	544,76 ± 0,31 <sup>a</sup>	543,42 ± 0,35 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Chocolate meio amargo com Recheio F1. <sup>2</sup>Chocolate meio Amargo com Recheio F1A. \*Em linha, letras iguais significam que não há diferença e letras diferentes indicam diferença significativa a  $p < 0,05$  pelo teste Tukey.

Fonte: Da autora (2019).

O Chocolate B1 e o Chocolate B1A apresentaram-se de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução ANVISA nº 12 da Comissão Nacional de Normas e

Padrões para Alimentos (CNNPA) de 24 de junho de 1978 para as análises de umidade, cinzas e gorduras totais.

Os parâmetros de carboidratos e proteínas também se encontram em conformidade com os indicados pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (UNICAMP, 2011), enquanto os valores calóricos calculados apresentaram-se acima dos dados expressos pela mesma.

Não se observaram diferenças significativas entre nenhum dos parâmetros para os dois chocolates produzidos, indicando a reprodutibilidade da composição centesimal, independente da substituição da gordura padrão pela gordura proposta.

Os chocolates apresentaram resultados semelhantes de umidade, 0,63% e 0,62%, e de cinzas, 0,96% e 1,06%, para o Chocolate B1 e para o Chocolate B1A, nessa ordem. O limite convencionado para o teor de umidade e cinzas do chocolate é de 3% p/p e de 2,5% p/p, respectivamente (BRASIL, 1978). Valores próximos são indicados pela TACO (UNICAMP, 2011), no qual o chocolate meio amargo apresenta taxa de 1,0% para umidade e de 1,8% para cinzas. Comparando a composição centesimal de ácidos graxos de cinco grandes marcas de chocolates normal e dietéticos adquiridas em diferentes supermercados no estado do Paraná, Suzuki et al. (2011) obtiveram teor de umidade na faixa de 0,7 e 1,2% e teor de cinzas entre 1,1 e 1,8%.

Quanto à proporção de carboidratos, o Chocolate B1 apresentou 63,19% enquanto o Chocolate B1A indicou 63,56%. As análises estatísticas não indicaram diferenças significativas entre as duas porções de chocolates. A informação nutricional da TACO (UNICAMP, 2011), indicou a similaridade dos valores encontrados pelas análises das amostras do presente trabalho. De acordo com a Tabela, o produto deve apresentar 62,40% de carboidratos. Marques (2018), ao avaliar a composição centesimal do chocolate meio amargo, indicou análise com grande quantidade de carboidratos. A autora observa que grande parte da composição centesimal da amostra de chocolate é representada pelos carboidratos.

O teor de proteínas no chocolate padrão foi de 5,01% e no chocolate proposto foi de 4,75% e as duas porções não indicaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre si. Conforme analisado, ambos os alimentos apresentam valores análogos aos dados descritos pela TACO (UNICAMP, 2011), no qual dever-se-ia obter uma taxa de 4,90% de

proteínas para o chocolate meio amargo. As análises de Marques (2018) na abordagem para o chocolate meio amargo e sua composição centesimal alcançaram proporção de 5,73% para proteínas.

Em relação ao teor de gorduras totais, as análises não indicaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre o Chocolate B1, com valor de 30,22%, e o Chocolate B1A, com valor de 30,02%. Os valores se encontram de acordo com a exigência da legislação, que indica teor mínimo de lipídios de 20% p/p (BRASIL, 1978).

As análises de gorduras totais estão de acordo com os dados citados por Marques (2018) e Lorenzo (2017), que avaliou a incorporação de polpa de fruto em formulação de chocolate amargo para agregar maior valor nutricional. Respectivamente em seus trabalhos, os pesquisadores alcançaram teor de gorduras totais de 30,33% para chocolates meio amargo e 34,67% para chocolate amargo.

Calculou-se o valor calórico de 544,76 kcal/100 g para o Chocolate B1 e de 543,42 kcal/100 g para o Chocolate B1A, que apresentaram dados acima dos expressos pelo plano de amostragem dos principais alimentos consumidos no Brasil. Não se observaram diferenças significativas entre os chocolates quanto ao parâmetro calculado. Considerando-se a composição alimentar convencionada pela TACO (UNICAMP, 2011), ambas as amostras deveriam representar o chocolate meio amargo com valor calórico de 475,00 kcal/100 g.

Mesmo divergentes à Tabela, os resultados do presente trabalho para o valor calórico do Chocolate B1 e no Chocolate B1A podem ser associados aos dados de Lorenzo (2017). Na pesquisa obteve-se 557,5 kcal/100 g para o chocolate padrão e 559,73 kcal/100 g para o chocolate proposto, demonstrando que os cálculos do valor calórico são devidos ao percentual considerável de carboidratos e gorduras totais.

Para uma avaliação mais individualizada das gorduras totais, a Tabela 4 apresenta os resultados das análises de teor de gorduras saturadas e gorduras *trans* do Chocolate B1 e do Chocolate B1A. Os resultados expressam a média dos valores com o desvio padrão das análises em duplicata para cada chocolate.

Tabela 4 - Teor de gorduras saturadas e *trans* dos chocolates produzidos

Composição físico-química (g/100 g) $\pm$ $\delta$	Chocolate B1 <sup>1*</sup>	Chocolate B1A <sup>2*</sup>
<b>Gorduras saturadas</b>	15,01 $\pm$ 1,78 <sup>a</sup>	17,16 $\pm$ 1,22 <sup>a</sup>
<b>Gorduras <i>trans</i></b>	1,03 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	0,14 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Chocolate meio amargo com Recheio F1. <sup>2</sup>Chocolate meio Amargo com Recheio F1A. \*Em linha, letras iguais significam que não há diferença e letras diferentes indicam diferença significativa a  $p < 0,05$  pelo teste Tukey.

Fonte: Da autora (2019).

Pelos resultados obtidos para gorduras saturadas, não se observou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as amostras analisadas, que apresentaram percentagem de 15,01% para o Chocolate B1 e 17,16% para o Chocolate B1A. Com relação ao teor de gordura *trans*, parâmetro de relevante interesse no atual estudo, verificou-se que o Chocolate B1 apresentou percentual de 1,03% enquanto o Chocolate B1A indicou 0,14%.

O chocolate proposto (Chocolate B1A) apresentou um significativo decréscimo no teor de gorduras *trans*, sendo inferior a 0,20 g por porção, o que permitiu a classificação do chocolate recheado pela identificação de chocolate “zero *trans*”. Somada a essa designação, as análises estatísticas indicaram diferenças significativas entre os ácidos graxos *trans* das duas porções de chocolates, resultado esperado para garantir a viabilidade técnica da substituição da gordura *trans* no recheio.

Quanto à proporção de gorduras saturadas, Suzuki et al. (2011), no estudo comparativo de ácidos graxos de cinco grandes marcas de chocolates normal e dietéticos, encontraram percentuais similares com valores entre 11,04 e 18,15% para o teor de ácidos graxos saturados. Ao examinar a quantidade de ácidos graxos saturados registrados em tabelas nutricionais, AbuKhader (2018) identificou valores médios de 14,90% para ácidos graxos saturados em chocolates. Os trabalhos citados anteriormente permitem a analogia aos valores obtidos no presente estudo.

Quanto ao teor de gorduras *trans*, Grimaldi, Gonçalves e Esteves (2000) avaliaram o teor de isômeros *trans* em quinze amostras de gorduras comerciais e, para a unidade aplicada como CBS, obtiveram o percentual de 1,3% para ácidos graxos *trans*. O resultado dos autores citados acima é similar ao alcançado no presente trabalho para o Chocolate B1.



Já Suzuki et al. (2011) encontraram variações entre 0,07 e 0,10% para o teor de gordura *trans* em seu estudo, e Pérez-Farinós et al. (2016), em trabalho sobre o teor de ácidos graxos *trans* em produtos alimentícios entre 2010 e 2015, alcançaram valores na faixa de 0,04 e 0,10% para gorduras *trans* especificamente em chocolates. Os estudos citados acima corroboram com os percentuais similares ao do Chocolate B1A.

#### 4.4. Análise de textura dos chocolates recheados

As determinações de dureza foram realizadas em duplicata para cada chocolate e os resultados foram expressos como a média incluindo o desvio padrão. A Tabela 5 apresenta os dados obtidos nos ensaios de textura para o Chocolate B1 e Chocolate B1A.

Tabela 5 - Resultados das análises de textura dos chocolates produzidos

Amostra	Dureza (g) $\pm \delta^*$
Chocolate B1 <sup>1</sup>	2.156,0 $\pm$ 143,2 <sup>a</sup>
Chocolate B1A <sup>2</sup>	3.166,7 $\pm$ 289,0 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Chocolate meio amargo com Recheio F1. <sup>2</sup>Chocolate meio amargo com Recheio F1A. \*Em coluna, letras iguais significam que não há diferença e letras diferentes indicam diferença significativa a  $p < 0,05$  pelo teste Tukey.

Fonte: Da autora (2019).

Na avaliação da textura observam-se diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre as médias do Chocolate B1 e do Chocolate B1A. Verificou-se que o Chocolate B1A evidenciou maior dureza quando comparado ao padrão (Chocolate B1), resultado esperado visto a análise do perfil de textura do Recheio F1A perante o Recheio F1.

Novamente, constatou-se que chocolates com gorduras com curvas de teor de gordura sólida similares apresentaram diferenças na textura. Além disso, averiguou-se que o Chocolate B1A resultou em dureza superior, quando comparado ao Chocolate B1A, visto que a Gordura A apresentou maior teor de gordura sólida em relação à gordura padrão (Gordura 1).

Verificou-se, também, que o estado de equilíbrio químico pela integração da gordura do recheio e da gordura da camada de chocolate não interferiu na propriedade reológica de textura dos chocolates produzidos, que mantiveram os resultados de acordo com os avaliados na análise do perfil de textura dos recheios.

Amostras de gorduras com quantidade de sólidos similares apresentam texturas distintas decorrentes de durezas superiores, sendo um indicativo de utilização na adaptação de uma gordura CBR (GUTIÉRREZ-GUERRERO et al., 2019). Observou-se que mesmo após o equilíbrio alcançado por ambas as gorduras, da camada de recheio e da camada de chocolate, o Chocolate B1A denotou-se mais duro que o padrão (Chocolate B1).

Limbarido, Santoso e Witono (2017), ao estudarem a textura de chocolates pelo efeito do óleo de coco e do óleo de palma como substitutos da manteiga de cacau, obtiveram diferenças significativas entre as amostras analisadas e comprovaram o aumento da dureza do chocolate em comparativo das gorduras.

Os dados obtidos por Torbica et al. (2016), em trabalho sobre a qualidade do chocolate com adição gordura CBI (“melhorador” de manteiga de cacau), podem ser correlacionados com os resultados do presente estudo com relação à dureza obtida para o Chocolate B1A. As durezas medidas instrumentalmente pelos pesquisadores revelaram que a adição de similares otimizados de manteiga de cacau (CBI) elevou significativamente a dureza dos chocolates avaliados.

## 5 CONCLUSÃO

No presente trabalho foi possível efetuar a substituição de um componente por outro de aplicabilidade similar na formulação do recheio de chocolate, executando-se a troca da gordura com alto teor de ácidos graxos *trans*, originalmente utilizada, pela gordura com baixo teor de ácidos graxos *trans* mantendo-se aspectos similares de textura para o chocolate final, além de parâmetros físico-químicos e valor calórico.

A partir das amostras analisadas, concluiu-se que a Gordura A apresentou SFC visualmente similar à curva de sólidos da Gordura 1, enquanto a curva da Gordura B apresentou-se heterogênea.

Seguindo a diretiva da fórmula do Recheio F1, composto pela Gordura 1, definiram-se as formulações propostas para o Recheio F1A, constituído pela Gordura A, e o Recheio F1B, constituído pela Gordura B. Os três recheios foram reproduzidos em escala laboratorial e avaliados sob as mesmas condições de produção manual e armazenamento.

Pela caracterização dos perfis de textura dos recheios produzidos, verificou-se que o Recheio F1A apresentou maior dureza em relação ao Recheio F1, enquanto o Recheio F1B evidenciou-se mais macio. As análises estatísticas indicaram diferenças significativas entre as três amostras de recheio, entretanto não se observaram diferenças significativas entre as produções para a mesma formulação de recheio.

A partir da construção das curvas de teor de gordura sólida e da análise de textura dos recheios, considerou-se a Gordura A como substituinte eleito para compor o recheio proposto em substituição à Gordura 1. Assim, em planta laboratorial, produziram-se dois lotes de chocolates comparativos, o Chocolate B1, com a gordura original, e o Chocolate B1A, com a Gordura A.

A substituição integral da gordura não acarretou em diferença significativa nos atributos físico-químicos de umidade, cinzas, carboidratos, proteínas, gorduras totais e gorduras saturadas e no cálculo do valor calórico. Em contrapartida, promoveu um considerável decréscimo no teor de gorduras *trans* do chocolate proposto, corroborando a diferença significativa entre os chocolates produzidos.

A avaliação da textura dos chocolates recheados comprovou que Chocolate B1A apresenta maior dureza sobre o Chocolate B1, resultado previsto diante da análise de textura do Recheio F1A diante do Recheio F1. Validaram-se diferenças estatísticas significativas entre as amostras de chocolate.

Pelo significativo decréscimo no teor de gorduras *trans*, sendo abaixo de 0,20 g por porção, o Chocolate B1A atendeu à legislação brasileira para que o produto proposto pudesse receber a denominação de chocolate “zero *trans*”. O estudo de substituição integral, na formulação de recheio de chocolate, pela gordura de baixo *trans* mostrou-se promissor. As análises comparativas permitiram predizer a eficiência do processamento dos recheios com gorduras alternativas à gordura com alto teor de isômeros *trans*.

## REFERÊNCIAS

ABUKHADER, M.M. Examining the amounts of added sugars and saturated fatty acids recorded on the nutrition panels of snack foods for young children. **Progress in Nutrition**, v. 20, n. 4, p. 570-577, 2018. Disponível em: <<http://mattioli1885journals.com/index.php/progressinnutrition/article/view/5700/4317>>. Acesso em: 05/06/2019.

AFOAKWA, E. O. et al. Factors influencing quality variation in cocoa (*Theobroma cacao*) bean flavor profile — A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 18, p. 290-298, Amsterdam, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.01.012>>. Acesso em: 27/08/2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Análise Sensorial - Vocabulário**. 2.ed., 2017.

Alimentos e Bebidas ultraprocessados na América Latina: tendências, efeito na obesidade e implicações para políticas públicas. **OPAS/OMS. Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde BRASIL**, Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/34918>>. Acesso em 07/01/2019.

ALVAREZ, M. M. **Manual de Nutrição**: Profissional da Saúde. Departamento de Nutrição e Metabologia da Sociedade Brasileira de Diabetes, São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://www.diabetes.org.br/profissionais/images/pdf/manual-nutricao.pdf>> Acesso em: 11/01/2019.

AOAC-OMA. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists International. AOAC Official Method 920.177, ed. 21, Cacao Bean and Its Products, 2019.

AOAC-OMA. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists International. AOAC Official Method 996.06, ed. 21, Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods, 2019.

BECKET, S. T. **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 2.ed., p. 408, Springer Science & Business Media: 2012.

BENDSEN, N. T. et al. Effect of industrially produced *trans* fat on markers of systemic inflammation: evidence from a randomized trial in women. **Journal of Lipid Research**, PubMed Central, p.1821-1828, 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21795740>>. Acesso em: 10/01/2019.

BISWAS, N. et al. Physicochemical Properties of Enzymatically Produced Palm-Oil-Based Cocoa Butter Substitute (CBS) With Cocoa Butter Mixture. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 120, p. 1-9, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ejlt.201700205>> Acesso em: 25/03/2019.

BRASIL. Anvisa. **Ácidos graxos *trans***: Documento de base para discussão regulatória. 2018.

BRASIL. Projeto de Lei nº 7.681-A de 2017, do Senado Federal, PLS nº 478/2015. **“Proíbe o uso de gorduras vegetais parcialmente hidrogenadas na fabricação de alimentos.”** Câmara dos Deputados, p. 1-16, Brasília, DF, 2018. Disponível em: [http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=6DC558BDAF947F412635AF6562D10DC3.proposicoesWebExterno2?codteor=1638477&filename=Avulso+-PL+7681/2017](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=6DC558BDAF947F412635AF6562D10DC3.proposicoesWebExterno2?codteor=1638477&filename=Avulso+-PL+7681/2017)> Acesso em: 12/01/2019.

BRASIL. **Resolução nº 12 de 1978 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos - CNNPA**. Órgão Emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Seção I, parte 1, p. 11499-11527, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1978.

BRASIL. Resolução RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005. Aprova o **"Regulamento Técnico para chocolate e produtos de cacau"**. Órgão Emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Resolução RDC nº 265, de 22 de setembro de 2005. Aprova o **"Regulamento Técnico para balas, bombons e gomas de mascar"**. Órgão Emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o **"Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal"**. Órgão Emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o **"Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados"**. Órgão Emissor:

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2003.

BRASIL. **Guia alimentar para a população brasileira:** promovendo a alimentação saudável. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica, Brasília, DF, 2008.

BROUWER, I. A.; WANDERS, A. J.; KATAN, M. B. Effect of animal and industrial *trans* fatty acids on HDL and LDL cholesterol levels in humans - A quantitative review. **PLoS One**, PubMed Central, v. 5, n. 3, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20209147>>. Acesso em: 11/01/2019.

BRUCE, C. A. et al. Meta-regression analysis of the effect of *trans* fatty acids on low-density lipoprotein cholesterol. **Food and Chemical Toxicology**, v. 98, part B, p. 295-307, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.10.014>>. Acesso em: 10/01/2019.

CÂMARA, M. C. C. et al. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 23, n. 1, p. 52-58, 2008. Disponível em: <<https://scielosp.org/pdf/rpsp/2008.v23n1/52-58/pt>>. Acesso em: 11/01/2019.

COHEN, K. O.; LUCCAS, V.; JACKIX, M. N. H. Revisão: Temperagem ou Pré-Cristalização do Chocolate. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 7, n. 1, p. 23-30, 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84874/1/v7nu158a.pdf>> Acesso em: 12/01/2019.

CORRÊA, B. M. J. **Ácidos Graxos Trans e a Alimentação Moderna**. 2008. 36 f. Monografia (Pós-Graduação *Lato Sensu*) - Curso de Especialização em Gastronomia e Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/312/1/2008\\_BarbaraMartinsJorgeCorrea.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/312/1/2008_BarbaraMartinsJorgeCorrea.pdf)>. Acesso em: 27/08/2018.

DAVID, M. L.; GUIVANT, J. S. Uma abordagem Sociológica das Certificações: o caso do selo de aprovação SBC. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 33, n. 98, São Paulo, 2018. Disponível em : <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-69092018000300511&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-69092018000300511&script=sci_arttext&lng=pt)>. Acesso em 08/01/2019.

DIAS, F. S. L. et al. Were policies in Brazil effective to reducing *trans* fat from industrial origin in foods? **Revista de Saúde Pública**, Epub, v. 52, p.34-52, São Paulo, 2018. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102018000100227](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102018000100227)>. Acesso em: 13/01/2019.

DIAZ, S. S. **Utilização da Gordura equivalente à Manteiga de Cacau (Cocoa Butter Equivalent - CBE) na fabricação de Chocolate**. 2005. 65 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro

de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes, RJ, 2005.  
Disponível em: <[http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/PRODVEGETAL\\_3434\\_1189460812.pdf](http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/PRODVEGETAL_3434_1189460812.pdf)>.  
Acesso em: 25/08/2018.

FINAL Determination Regarding Partially Hydrogenated Oils (Removing Trans Fat). **U.S. Food and Drug Administration FDA**, Silver Spring, 2018. Disponível em: <<https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm449162.htm>>. Acesso em: 13/08/2018.

FRANCO, G. V. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2003.

GAZZOLA, J.; DEPIN, M. H. Associação entre consumo de gordura *trans* e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV). **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, v.12, n.20, p.90-102, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/extensio/article/view/1807-0221.2015v12n20p90>>. Acesso em: 09/01/2019.

GEBAUER, S. K. et al. Vaccenic acid and *trans* fatty acid isomers from partially hydrogenated oil both adversely affect LDL cholesterol: a double-blind, randomized controlled trial. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 102, p. 1339-1346, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.3945/ajcn.115.116129>>. Acesso em: 13/01/2019.

GONÇALVES, E. V.; LANNES, S. C. S. Chocolate rheology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 845-851, Campinas, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612010000400002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000400002)>. Acesso em: 15/07/2019.

GRIMALDI, R.; GONÇALVES, L.A.G.; ESTEVES, W. Características de Gorduras Comerciais Brasileiras. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 3, p. 159-164, 2000. Disponível em: <<http://bj.ital.sp.gov.br/artigos/brazilianjournal/2000/p0049.pdf>>. Acesso em: 05/06/2019.

GRIMALDI, R. **Alternativas Tecnológicas para produção de Gorduras Especiais**. 1999, 184 f., Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, 1999. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/254670/1/Grimaldi\\_Renato\\_D.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/254670/1/Grimaldi_Renato_D.pdf)>. Acesso em: 26/08/2018.

GUTIÉRREZ-GUERRERO, M.C.G. et al. Modification of lard's thermal properties to improve its functionality: potential cocoa butter substitute. **Biotecnia**, v. 21, n. 1, p. 29-36, 2019. Disponível em: <<http://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/810>> Acesso em: 03/06/2019.



HAJE, L. Comissão aprova limitação de uso de gordura vegetal hidrogenada em alimentos. **Agência Câmara Notícias**, Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/CONSUMIDOR/559637-COMISSAO-APROVA-LIMITACAO-DE-USO-DE-GORDURA-VEGETAL-HIDROGENADA-EM-ALIMENTOS.html>>. Acesso em: 13/01/2019.

HARTEL, W. R. et al. **Confectionery Science and Technology**. Suíça: Springer, 2018. E-book.

HISSANAGA, V. M.; PROENÇA, R. P. C.; BLOCK, J. M. Ácidos graxos *trans* em produtos alimentícios brasileiros: uma revisão sobre aspectos relacionados à saúde e à rotulagem nutricional. **Revista de Nutrição**, v. 25, n. 4, p. 517-530, Campinas, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732012000400009>>. Acesso em: 13/01/2019.

HUSSAIN, N. et al. Comparison of quality characteristics between compound and pure milk chocolate. **MOJ Food Process Technology**, v. 6, 3.ed., p. 292–296, 2018. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/e8d3/0afc0f9b929c96ad4029e76d9c40df98d7cc.pdf>>. Acesso em: 15/07/2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4.ed., p. 1020, 2008.

IUPAC. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives. 2.150a Solid content determination in fats by NMR (low resolution nuclear magnetic resonance), 7.ed., Blackwell Scientific Publications, 1992.

IZUMI, S. **Loucuras de Chocolate**. 1.ed. São Paulo: Panda Books, 2013.

JEYARANI, T.; REDDY, S. Y. Physicochemical evaluation of vanaspati marketed in India. **Journal of Food Lipids**, v. 12, p. 232–242, Blackwell Publishing, 2005. Disponível em: <<http://environmentportal.in/files/PHYSICOCHEMICAL%20EVALUATION%20OF%20VANASPATI.pdf>>. Acesso em: 01/04/2019.

LIMBARDO, R.P.; SANTOSO, H.; WITONO, J.R. The effect of coconut oil and palm oil as substituted oils to cocoa butter on chocolate bar texture and melting point. **AIP Conference Proceedings**, v. 1840, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.4982281>> Acesso em: 03/06/2019.

LISKA, D. J. et al. *Trans* fatty acids and cholesterol levels: An evidence map of the available science. **Food and Chemical Toxicology**, v. 98, part B, p. 269-281, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.07.002>>. Acesso em: 13/01/2019.

LIU, W.; LU, G.H. *Cis-trans* isomerization of unsaturated fatty acids in edible oils to prepare *trans* fat. **Grasas y Aceites**, v. 69, n. 3, p. 268, 2018. Disponível em: <<http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1736>>. Acesso em: 10/09/2018.

LORENZO, N. D. **Mesocarpo do pequi (*Caryocar villosum* alb. pers.)**: incorporação em formulação de chocolate amargo com vista a agregação de valor nutricional. 2017. 125 f., Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2017. Disponível em: <[doi:10.11606/D.9.2017.tde-25042017-163018](https://doi.org/10.11606/D.9.2017.tde-25042017-163018)>. Acesso em: 05/06/2019.

MARQUES, J. H. Determinação da composição centesimal de chocolate meio amargo. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 10, n. 4, 2018. Disponível em: <<http://univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/2046>>. Acesso em: 05/06/2019.

MASI, L. N.; SILVA, E. P. P. A influência dos ácidos graxos trans na disfunção da célula endotelial e o possível efeito terapêutico do exercício sobre o tecido endotelial como forma de prevenção ou regressão da aterosclerose. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 8, n. 2, p. 171-176, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=245016489011>>. Acesso em: 13/01/2019.

MERCADO 2018. Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas - ABICAB, São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.abicab.org.br/paginas/chocolate/o-chocolate>>. Acesso em 03/07/2019.

MERÇON, F. **O que é uma Gordura Trans?** Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 78-83, 2010. Disponível em: <<https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/427823/LOT2007/gorduratrans.pdf>>. Acesso em: 15/08/2018.

MINIFIE, B. W. **Chocolate, Cocoa and Confectionary**: Science and Technology, 3.ed. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold, 1989.

MIQUELIM, J. N. **Avaliação reológica e físico-química de bombons recheados com preparado de morango, laranja e maracujá em base açúcar 'fondant', gordura hidrogenada e chocolate branco**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2006. Disponível em: <[doi:10.11606/D.9.2006.tde-06022007-140124](https://doi.org/10.11606/D.9.2006.tde-06022007-140124)>. Acesso em: 15/08/2018.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1998.

NILSSON, L. et al. (Coord.). **Handbook Vegetable Oils and Fats**. 4.ed. Suécia: Exakta, 2014.

NONCOMMUNICABLE diseases country profiles 2018. **World Health Organization (WHO)**, Geneva, 2018. Disponível em: <[https://www.who.int/nmh/countries/2018/bra\\_en.pdf?ua=1](https://www.who.int/nmh/countries/2018/bra_en.pdf?ua=1)>. Acesso em :03/07/2019.

OLIVEIRA, M. C. et al. Elaboração de Chocolates com Adição de Inulina: Análise Físico-Química e Sensorial. **Revista UNIABEU**, v. 8, n. 19, 2015. Disponível em: <<http://revista.uniabeu.edu.br/index.php/RU/article/view/1553>>. Acesso em: 26/02/2019.

OMS divulga plano para eliminar do suprimento global de alimentos gorduras *trans* produzidas industrialmente. **OPAS/OMS. Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde BRASIL**, Escritório Regional das Américas, 2018. Disponível em: <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5670:oms-divulga-plano-para-eliminar-gorduras-trans-produzidas-industrialmente-do-suprimento-global-de-alimentos&Itemid=839](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5670:oms-divulga-plano-para-eliminar-gorduras-trans-produzidas-industrialmente-do-suprimento-global-de-alimentos&Itemid=839)>. Acesso em: 26/08/2018.

ONU declara guerra às gorduras *trans* e saturadas. **ONU Organização das Nações Unidas Brasil**, Brasília, 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/onu-declara-guerra-as-gorduras-trans-e-saturadas>>. Acesso em: 26/08/2018.

O CHOCOLATE. Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas - ABICAB, São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.abicab.org.br/paginas/chocolate/o-chocolate>>. Acesso em 12/08/2018.

OS LIPÍDIOS e suas principais funções. **Food Ingredients Brasil**, n. 37, p. 55-61, 2016. Disponível em: <<http://revista-fi.com.br/artigos/artigos-editoriais/os-lipidios-e-suas-principais-funcoes>>. Acesso em: 30/09/2018.

PÉREZ-FARINÓS, N. et al. Trans-fatty acid content of food products in Spain in 2015. **Gaceta Sanitaria**, v. 30, 5.ed., p. 379-382, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911116300528?via%3Dihub>>. Acesso em: 05/06/2019.

PINHEIRO, D. M.; PORTO, K. R. A.; MENEZES, M. E. S. **A química dos alimentos: carboidratos, lipídios, proteínas e minerais**. Maceió: Edufal, 2005.

PINHO, D. M. M.; SUAREZ, P. A. Z. A Hidrogenação de Óleos e Gorduras e suas Aplicações Industriais. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 1, p. 47-62, 2013. Disponível em: <<http://rvq.s bq.org.br/imagebank/pdf/v5n1a06.pdf>>. Acesso em: 09/01/2019.

PROENÇA, R. P. C.; SILVEIRA, B. M. Recomendações de ingestão e rotulagem de gordura *trans* em alimentos industrializados brasileiros: análise de documentos oficiais. **Revista da Saúde Pública**, v. 46, n. 5, p. 923-928, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102012000500020>>. Acesso em: 10/01/2019.

REPLACE *trans* fat: An action package to eliminate industrially-produced trans fat from the global food supply, **WHO/World Health Organization**, 2019. Disponível em: <<https://www.who.int/nutrition/topics/replace-transfat>>. Acesso em: 07/06/2019.

REVOREDO, C.M.S. et al. Nutrition implications of trans fatty acids on people's health: a reflective analysis article. **Journal of Nursing UFPE**, v. 11, n. 2, p. 731-735, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/11993>>. Acesso em: 13/01/2019.

RIBEIRO, A. P. B. et al. Physico-chemical properties of Brazilian cocoa butter and industrial blends. Part I - Chemical composition, solid fat content and consistency. **Grasas y Aceites**, v. 63, n. 1, p. 79-88, 2012. Disponível em: <<http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1357/1354>> Acesso em: 01/04/2019.

RIBEIRO, A. P. B. et al. Interesterificação Química: Alternativa Para Obtenção De Gorduras Zero *Trans*. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1295-1300, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422007000500043&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422007000500043&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 13/08/2018.

SANTOS, R. D. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 100, n. 1, p. 1-40, São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2013.

SCHEEDER, M. R. L. About the *trans*-(hi) story: how did *trans* fatty acids enter the human food chain? **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 18, n. 2, p. 133-135, 2007. Disponível em: <<http://aocs.files.cms-plus.com/inform/2007/2/133.pdf>>. Acesso em: 13/08/2018.

SILVA, I. F. **Enterobactérias na cadeia produtiva do cacau ao Chocolate**. 2011, 101 f., Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/254595/1/Silva\\_IvoneFranciscada\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/254595/1/Silva_IvoneFranciscada_M.pdf)> Acesso em: 12/01/2019.

SOUZA, J.; HADLICH, D. P. F.; MAAHS, T. R. Automação da produção de chocolates em escala não industrial. **Revista Liberato**, v. 14, n. 22, p. 113-238, Novo Hamburgo, 2013. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Jose\\_Souza18/publication/266140675\\_Automacao\\_da\\_producao\\_de\\_chocolates\\_em\\_escala\\_nao\\_industrial/links/5426b4160cf2e4ce9409e4b1/Automacao-da-producao-de-chocolates-em-escala-nao-industrial.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Souza18/publication/266140675_Automacao_da_producao_de_chocolates_em_escala_nao_industrial/links/5426b4160cf2e4ce9409e4b1/Automacao-da-producao-de-chocolates-em-escala-nao-industrial.pdf)> Acesso em: 12/01/2019.

SUZUKI, R.M. et al. Proximate composition and quantification of fatty acids in five major

Brazilian chocolate brands. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, 2.ed., p. 541-546, Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v31n2/v31n2a40.pdf>>. Acesso em: 05/06/2019.

TORBICA, A. et al. Solid Fat Content, Pre-Crystallization Conditions, and Sensory Quality of Chocolate with Addition of Cocoa Butter Analogues. **International Journal of Food Properties**, v. 19, n. 5, p. 1029-1043, 2016. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2015.1052881>>. Acesso em: 02/06/2019.

TORBICA, A. M. et al. Physical Properties of Chocolate with Addition of Cocoa Butter Equivalent of Moderate Hardness. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, p. 39-48, 2014. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/263534866>> Acesso em: 26/03/2019.

TRANS Fat Free Americas - Declaration of Rio de Janeiro. **PAHO/WHO. Pan American Health Organization/World Health Organization**, Regional Office at the WHO, Washington, D.C., 2008. Disponível em: <[http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2009/transfat-declaration-rio\[1\].pdf?ua=1](http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2009/transfat-declaration-rio[1].pdf?ua=1)>. Acesso em: 13/08/2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO**, 4.ed., p. 161, Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>. Acesso em: 03/06/2019.

ZZAMAN, W. et al. Exploration on the thermal behavior, solid fat content and hardness of rambutan fat extracted from rambutan seeds as cocoa butter replacer. **International Food Research Journal**, v. 24, 6.ed., p. 2408-2413, 2017. Disponível em: <[http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20\(06\)%202017/\(18\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20(06)%202017/(18).pdf)> Acesso em: 27/03/2019.

17º Anuário Brasileiro do Setor de Chocolates, Candies e Biscoitos. **Doce Revista**, n. 256, 2016. Disponível em: <[http://docerevista.com.br/wp-content/uploads/PDF/doce\\_256.pdf](http://docerevista.com.br/wp-content/uploads/PDF/doce_256.pdf)>. Acesso em: 28/09/2018.